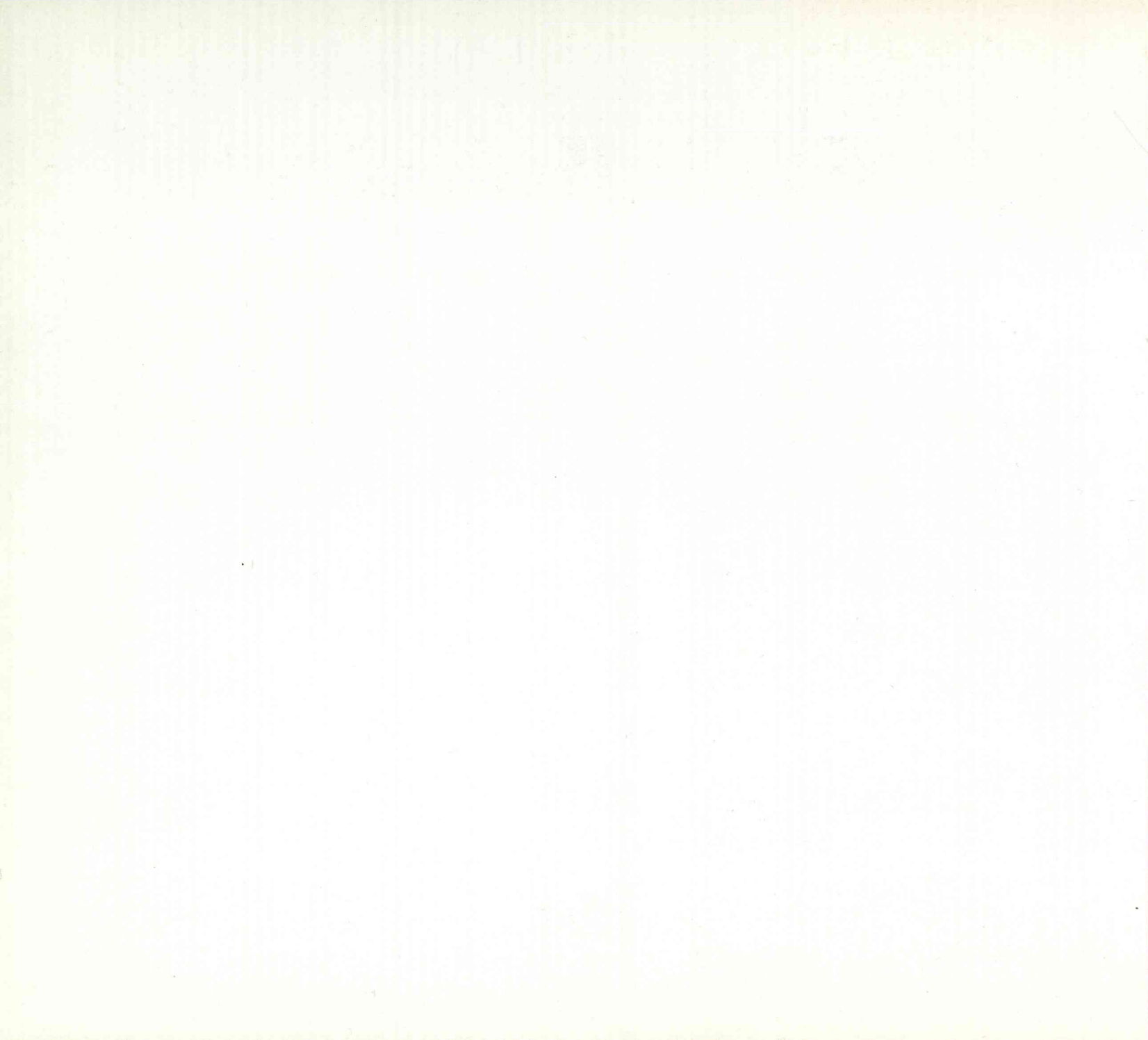


Fondazione Giovanni Agnelli



FUTURAMA



Fondazione Giovanni Agnelli

FUTURAMA

Programma Futurama

Direzione Marcello Pacini

*Responsabile
ricerche «sul futuro»*

Piero Gastaldo

*Responsabile
ricerche
«risposte al futuro»*

Corrado Paracone

*Pubbliche relazioni
e coordinamento
«giornate tecnologiche»*

Giovanni Granaglia

*Coordinamento
generale e
produzioni audiovisivi*

Dario Arrigotti

Le ricerche sul futuro

«1991 - 2001: demografia e mercato del lavoro
in Italia e in Piemonte»

a cura di Daniela Del Boca
Guido Ortona
Walter Santagata

«Lo scenario tecnologico italiano»

stesura del rapporto finale di Cristiano Antonelli

Le risposte al futuro

«Una società flessibile: i casi del part-time
e del pensionamento»

a cura di Vincenzo Cesareo
Umberto Morelli
Maurizio Ambrosini
Eugenio Zucchetti

«Le nuove professionalità degli anni '90»

a cura di Franco Uberto

La frontiera della tecnologia

Progetto di allestimento e coordinamento:
Promoteam, Torino

La mostra è stata realizzata grazie alla collaborazione e alle tecnologie delle seguenti imprese:

Gruppo Fiat
Centro Ricerche Fiat
Fiat Auto
Iveco
Sepa
Sorin Biomedica
Telettra

Gruppo Iri-Stet
Csel
Elsag
Italcable
Italtel
Selenia
SGS Ates
Sip
Telespazio

Olivetti
Ing. C. Olivetti & C.
Olivetti Synthesis

Aeritalia
RAI - Centro ricerche RAI
Tecnomare
Micoperi
GSG Laser
Sony Italia
Industrie Pininfarina
Computervision

Costruzioni elettroniche canavesane
Zanussi Elettronica
Urmet
Veglia Borletti
Sperry
Rockwell International

Ringraziamo per la collaborazione:
Silvia Esposito
Istituto di Genetica del CNR, Pavia
Ansaldo Biomedica
USIS
Institute for Artificial Organs
NASA
Boeing
Isvor
Soft Power

Si ringraziano inoltre Rossella e Paola Colombari - Antichità; e la galleria d'arte La Bussola, per la collaborazione prestata all'allestimento della sezione Casa

Multivisione Futurama

Direzione artistica
Enzo Ghiringhelli

Programmazione
Peter Crowhurst

Hanno collaborato
Silvia Esposito
Marco Carati
Enrico Cortellesi
Daniele Milani
Elena Bedei
Paola Invernizzi

Fotocolor
Tardivello

Incisione colonna sonora
Studio Format

*Per la realizzazione della multivisione Futurama
la Fondazione Giovanni Agnelli ringrazia:*

NASA
AT&T
National Geographic Society
Oak Ridge National Laboratory
Corning Glass
Los Alamos National Laboratory
United States Department of Agriculture
RCA
United Technologies
«Scienza 83», Gruppo Editoriale Fabbri
«Scienza 2000», Tattilo Edizioni
«La Domenica del Corriere» e «Autocapital»,
Corriere della Sera - Rizzoli
Cinefiat

Iveco
Aeritalia
Alitalia
Civica Raccolta di Stampe «Bertarelli», Milano
Istituto Editoriale Scala, Firenze
Agenzia Grazia Neri, Milano
Franco Maria Ricci Editore

Il futuro della città e della casa

Mostra a cura di
Paolo Portoghesi
Claudio D'Amato

Progetto di allestimento
Studio Architettura dell'Immagine

Ricerche iconografiche
Milli Paglieri

Riproduzioni fotografiche
Roberto Goffi

Audiovisivo «Futuropolis»
Intercon AVS
Riccardo Valla

*Per la realizzazione della mostra la Fondazione
Giovanni Agnelli ringrazia:*
Frank Lloyd Wright Foundation, Taliesin - Arizona, Stati Uniti
Fondazione Gustavo Colonnetti, Torino
Istituto Alvar Aalto, Torino
Donatella Calabi, Venezia
Ottorino Aloisio, Torino
Musei Civici di Udine
Musei Civici di Como

Pierluigi Marchi, Roma
Tullio Crali, Milano
Università di Pisa, Istituto di Storia dell'Arte
Franco Borsi, Roma
Technische Universität, Berlino
Susanne Klingeberg, Itzehoe, RFT

Un ringraziamento particolare al
Goethe Institut, Torino

Per la collaborazione alla mostra la Fondazione
Giovanni Agnelli ringrazia gli architetti:

Sandro Anselmi
Carlo Aymonino
Andrea Branzi
Romano Burelli
Guido Canella
Laura Castagna
Francesco Cellini
Piero De Rossi
Marcello D'Olivio
Roberto Gabetti
Vittorio Gregotti
Aimaro Isola
Alessandro Mendini
Leonardo Mosso
Adolfo Natalini
Luigi Pellegrin
Franco Purini
Giorgio Raineri
Aldo Rossi
Aldo Loris Rossi
Uberto Siola
Gino Valle

A scuola di profezia

Rassegna cinematografica a cura di
Riccardo Valla
Baldo Vallero

Si ringraziano
Associazione Movie Club, Torino
Cineteca Nazionale, Roma
Eugenio Gruppi

Giornate tecnologiche

Per la collaborazione all'organizzazione delle
conferenze la Fondazione Giovanni Agnelli rin-
grazia tutti i partecipanti e in particolare:
Massachusetts Institute of Technology (MIT)
Brown University
Rockefeller University

Grafica generale di «Futurama»
Promoteam, Torino

Impostazione grafica catalogo
Daniela Trunfio

La struttura simbolo di Futurama è stata proget-
tata da Paolo Portoghesi

Indice

| | |
|---|--------|
| <i>Perché Futurama</i> M. Pacini | p. 8 |
| <i>Le nuove biotecnologie</i> G. Milanesi, Ist. di genetica del CNR | p. 76 |
| <i>Telecomunicazioni: situazione attuale e prospettive future</i> F. Carassa, Csel | p. 86 |
| <i>Le tecnologie degli anni '80 nell'informatica</i> A. Pasini, Olivetti | p. 104 |
| <i>Il futuro dell'industria spaziale</i> E. Vallerani, Aeritalia | p. 110 |
| <i>Un futuro per l'aviazione civile (a cura dell'Aeritalia)</i> | p. 130 |
| <i>Il futuro delle tecnologie marine</i> G. Sebastiani, Tecnomare | p. 136 |
| <i>L'evoluzione tecnologica del veicolo industriale</i> F. Pinolini, Iveco | p. 148 |
| <i>Torino 1990: 10 anni ai 100 dell'automobile italiana</i> M. Traversi, Fiat Auto | p. 152 |
| <i>Ripensando la città futura</i> P. Portoghesi | p. 164 |

Perché Futurama

M. Pacini

Cultura del futuro e del presente

Il senso del futuro come luogo del nuovo e del mutamento, e ad un tempo come luogo dove si esplicano le possibilità dell'azione umana, è una conquista recente: la possibilità di pensare che il domani possa riservare all'uomo non un ulteriore allontanamento dal «tempo sacro delle origini», e quindi un decadimento, ma piuttosto un progresso, è strettamente legata alla consapevolezza che l'uomo ha a disposizione i mezzi per assicurare una crescita della conoscenza. In poche parole, il senso razionale del futuro nasce con la scienza moderna, e ancor più con la applicazione sistematica dei risultati del sapere scientifico alle tecniche.

Ma certo, il senso razionale del futuro non è diventato un atteggiamento normale e naturale dell'uomo comune.

L'uomo resta ancora attaccato al presente e del futuro si interessa soltanto nei termini importanti ma estremamente restrittivi della sua vita privata. Qualcuno potrebbe persino aggiungere che con il proliferare di forme assistenziali è venuto meno anche il più importante incentivo a pensare al proprio futuro in termini di sicurezza, o almeno così è sembrato negli anni recenti in cui sembrava ovvio che lo Stato potesse pensare a tutto, sostituendosi completamente alla buona volontà, all'impegno, al lavoro del singolo in una società in cui la responsabilità personale veniva del tutto soppressa e resa inutile.

Oggi non è più così: la responsabilità, anzi, appare sempre più come l'unica ancora di salvezza in un quadro generale molto tempestoso, in cui alle turbolenze sociali, economiche e politiche non può essere data una risposta sola, valida per tutti e in ogni circostanza.

La degenerazione dello stato di benessere nello

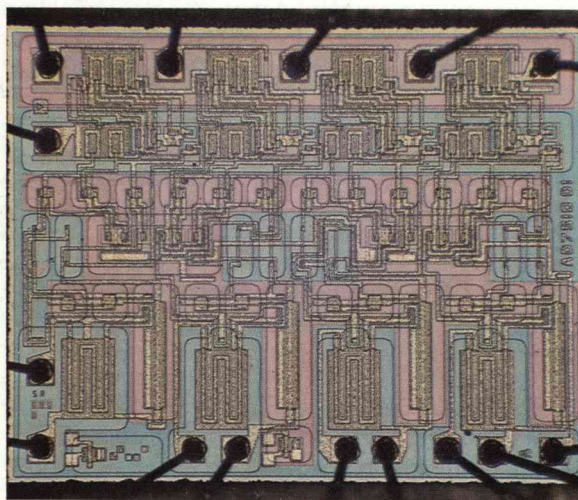
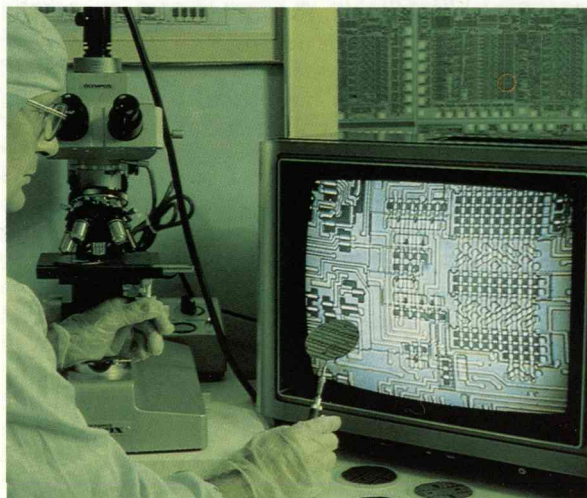
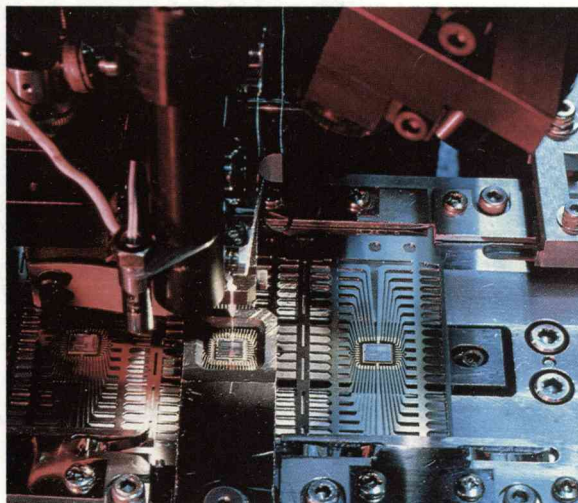
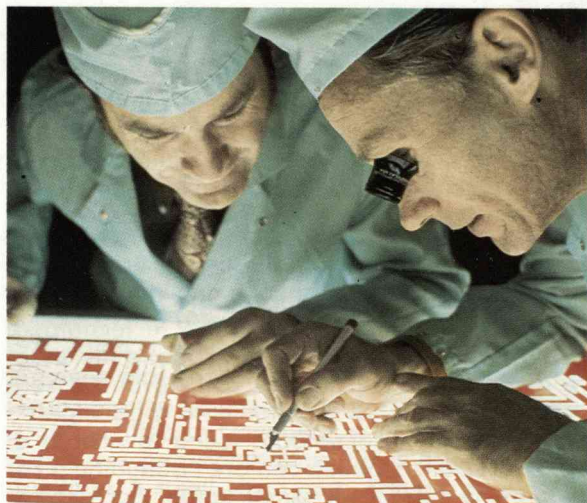
stato assistenziale prodigo, quanto inefficiente, irresponsabile quanto ingiusto, è ormai argomento di conversazione quotidiana e se pochi anni or sono era un tema di ricerca sociale ora non può essere altro che oggetto di intervento politico riformatore.

Tutto ciò, rispetto al discorso che vogliamo fare con il programma «Futurama», significa che ciascun cittadino si ritrova di nuovo carico della responsabilità del proprio futuro, come può esserlo un cittadino di una società matura, responsabile, piena di valori di solidarietà e non certamente come un essere isolato in una società atomizzata; il che rappresenta pur sempre un'interessante valorizzazione della persona e un robusto affidamento di doveri.

Il senso del futuro personale tornerà quindi ad essere un elemento di fondo della cultura del singolo. E ciò specie in un'epoca in cui si comincia a parlare di progettazione della propria vita, non solo nelle scelte tradizionali – chi sposo e quando, che tipo di mestiere faccio – scelte, sarà bene ricordare, tradizionali ma comunque conquistate dall'uomo con un lungo processo storico – ma anche come scelta del «quando» e «come» si svolgono le principali attività con cui organizza solitamente la vita l'uomo moderno: lo studio e la preparazione al lavoro, il lavoro, il pensionamento o il riposo.

La possibilità di modificare, sia pure parzialmente questa sequenza, non è più una dichiarazione di dover essere per una società ideale, né un principio ordinatore di una società utopica: è una possibilità concreta che abbiamo dietro l'angolo, che la nostra società, quella italiana di questo scorcio di secolo, può cominciare a costruire. Anzi, nella logica di Futurama, è proprio questa società che si dovrebbe cominciare a costruire se si vuol dare una risposta adeguata

*Microchip: progettazione,
incisione, verifica del prodotto,
il microchip finito*
(foto AT & T e ag. Grazia Neri)



ta e costruttiva alle sfide che il futuro prossimo ci porrà.

Futurama vuole proporre una riflessione su un aspetto comune a tutte le società occidentali: la carenza di un senso del futuro collettivo; se ne vuole discutere per lamentarne la debolezza, per auspicarne il rafforzamento, per indicare una tecnica che può aiutare a farsi una visione razionale di ciò che ci potrà accadere domani. Un qualunque osservatore disinteressato che cercasse di classificare i ritmi decisionali, gli orizzonti temporali all'interno dei quali si muovono i diversi gruppi sociali e professionali del paese, rimarrebbe inevitabilmente colpito dallo scollamento, profondo, apparentemente incolmabile, tra i tempi propri al politico e quelli degli scienziati, dei tecnologi e, anzi, di quasi tutti i gruppi produttivi.

Di fronte ad un sistema politico appiattito nel presente, il nostro osservatore verificherebbe l'esistenza di una diffusa cultura tecnologica e produttiva per la quale l'orizzonte temporale si allunga ad includere tempi che stanno ben al di là del presente politico e di quello dell'uomo comune.

Lo «scollamento» tra gli orizzonti temporali di chi ragiona per progetti pluriennali e di chi si muove «giorno per giorno» tra gli affanni del sistema politico è sembrato anzi peggiorare progressivamente negli ultimi anni, man mano che le grandi ideologie e le culture politiche perdevano capacità progettuale e diminuivano la loro funzione di orientamento di fondo del comportamento pratico, e in special modo politico, dei cittadini.

Qual è ora l'arco temporale della progettualità politica italiana? Abbinare o meno le elezioni politiche alle amministrative del prossimo giugno? Far sopravvivere il governo fino alla natu-

rale scadenza della legislatura? Il dettato costituzionale – il Parlamento viene eletto ogni cinque anni – si è rivelato un periodo eccessivo per il funzionamento del sistema politico degli anni ottanta, mentre sembrava adeguato nel 1946, anche a uomini, i membri della Costituente, che essendo disabituated alla vita democratica dovevano pur avere desiderio di votare spesso per cambiare uomini e governi.

Nell'universo tecnologico invece il «presente» appare dilatato: alle tecnologie esistenti già fruite e utilizzate si aggiungono le tecnologie che aspettano solo di essere prodotte per essere distribuite, le tecnologie che devono essere sviluppate, e così di seguito fino a raggiungere i confini in cui la tecnologia tocca la ricerca di base, la scienza. Senza contare l'abitudine a ragionare in termini di tempi lunghi necessariamente connessa ai progetti tecnologici di grandi dimensioni.

Dilatazione del presente o senso del futuro? Due espressioni per indicare lo stesso atteggiamento nei confronti di una realtà compiutamente padroneggiata e gestita. Il progettista di una sonda Pioneer sa da molti anni a che ora e in che giorno la sonda comincerà a trasmettere e un suo collega, da anni, si esercita a interpretare i segnali.

Queste coincidenze non sono soltanto frutto di un apparato organizzativo complesso e ben pianificato, sono anche espressione di un universo culturale in cui il futuro e il domani, non sono concetti estranei, nemici, incomprensibili, ma dimensioni normali della realtà quotidiana, non meno veri e certi della bollatura all'inizio di un nuovo giorno lavorativo o del telegiornale della sera.

Le ragioni che hanno determinato questa diversità fra l'universo tecnologico e l'universo politi-

co e del quotidiano sono certamente molte e, forse, la più parte ancora sconosciute. Possiamo enunciare alcune, non fosse altro per introdurre, come prima conclusione, l'opportunità di compiere un tentativo per gettare un ponte fra i due universi, per tentare, almeno, in prospettiva, di riconciliarli.

La fatica di vivere

Una prima spiegazione consiste probabilmente nella enorme quantità di tecnologia che è diventata di uso quotidiano e che ha costretto ciascuno uomo a usare strumenti e oggetti che non avremmo mai pensato potessero esistere.

Qualche anno fa il governo concesse una pensione e il titolo di Cavaliere di Vittorio Veneto a quanti avevano combattuto nella prima guerra mondiale. A quelli, fra i tanti, che ancora restavano in vita. Ebbene, proviamo a immaginare quanto lontana appariva la pur terribile esperienza della trincea a chi si era visto crescere intorno un mondo fatto di automobili, aeroplani, radio, televisori, macchine che dilatavano enormemente le sue capacità di esperienza, che gli permettevano di muoversi, di comunicare, di informarsi come mai avrebbe pensato possibile. Certo, vi fu l'epoca dei pionieri, dei Barzini della Parigi-Pechino; di Lindbergh e della trasvolata atlantica, ma assai rapidamente l'epoca dei pionieri finì e andare in automobile o volare diventò normale, come andare in carrozza o camminare.

Ma perché gli diventasse normale guidare l'auto, comprare un biglietto aereo, accendere una televisione, quale sforzo dovè compiere il nostro reduce mentre aspettava che lo stato italiano lo ringraziasse per quanto aveva fatto sul Carso?

Uno sforzo enorme, come enorme è lo sforzo

che facciamo tutti noi per assimilare giorno dopo giorno i nuovi strumenti tecnologici con cui veniamo a diretto contatto.

Per fortuna mostriamo una grande capacità di adattamento e dopo la sorpresa iniziale abbiamo la tentazione di considerare se non ovvio quanto meno usuale un trapianto del cuore, l'inseminazione artificiale, le sonde interplanetarie. Resta il fatto che non finiamo mai di imparare qualcosa di nuovo e ogni giorno siamo di fronte alle novità della tecnologia.

Altrettanto certo è che questo ritmo di produzione di innovazioni non può essere tenuto dai nostri sistemi politico-legislativi, e forse dalle nostre più o meno organizzate visioni del mondo: facciamo troppa fatica ad assimilare ciò che ci viene quotidianamente comunicato come fatto e realizzato per avere ancora la capacità intellettuale di guardare al domani, siamo schiacciati dalla novità.

Non accadeva certamente così in altre epoche. Fatti rivoluzionari come la scoperta della ruota, della leva, della vela, dell'agricoltura, della ceramica, del rame e del bronzo avvennero tra il 6000 e il 3000 avanti Cristo e l'uomo ebbe tremila anni di tempo per assimilare quelle tecnologie. Erano innovazioni di importanza rivoluzionaria quanto la rivoluzione microelettronica, o forse ancora di più, ma quanto tempo per assimilarle: per farle proprie, per riflettere sui significati, per adattarvi le proprie precedenti abitudini! E lo stesso andamento lento vi fu nell'invenzione della città: prima poche città, fari in una terra piena di piccoli e piccolissimi villaggi, poi la lenta generalizzazione man mano che procedeva l'opera lenta di convincimento a inurbarsi, che significava in pratica imparare a fare un lavoro più specializzato e adottare una economia domestica diversa.

E lo stesso accadde nei tempi successivi, con la scoperta dell'alfabeto che dilatò in modo enorme le possibilità di informazione, che cambiò il modo di comunicare come oggi lo stanno cambiando i satelliti e i vari videotel, videotex e televideo; e così accadde con la scoperta della moneta, invenzione certo più importante della carta di credito o dell'uso della telematica per fare la spesa quotidiana, come sta per accadere.

Invenzioni rivoluzionarie, certo più di quelle che noi viviamo: ma tutte ben scadenze, ordinate, intervallate da secoli di attesa; allora l'uomo aveva il tempo per assimilare.

Oggi è diverso; oggi si è creato un differenziale di velocità fra l'avanzare della tecnologia e la capacità di adattamento dell'uomo, e più ancora fra l'universo della tecnologia e gli apparati burocratici che amministrano e gestiscono gli altri momenti della nostra vita.

Il nostro Cavaliere di Vittorio Veneto ha dovuto adattarsi a più novità di quanto non abbiano fatto i suoi antenati, anche a risalire all'età del bronzo: e tutto mentre nell'apparato burocratico-istituzionale maturava la decisione di premiare chi era stato sul Piave.

Il futuro è nato ieri

Se questa è una prima spiegazione, certamente benevolente, non possiamo dimenticare che l'orientamento al futuro è una novità relativamente recente nella storia dell'uomo. Prima dell'epoca scientifica, diciamo quattro secoli fa, l'uomo non pensava al futuro come ad un tempo di mutamenti quando voleva sognare o criticare il presente, pensava a luoghi diversi, ai fantastici luoghi delle Utopie, non già ad un tempo diverso.

Solo in qualche caso pensava al passato: quan-

do sognava l'età dell'oro, la mitica era dell'innocenza, dell'abbondanza e del piacere di vivere senza affanni e senza turbamenti, in accordo con gli dei e quindi con il destino.

L'uomo volgeva all'indietro lo sguardo, ed era sguardo di rimpianto e di nostalgia, o lo volgeva in un luogo fantastico, ed era colmo di sogni senza speranza.

I sogni senza speranza, le utopie, si ebbero soprattutto in quel grande arco di secoli in cui il mito dell'età dell'oro si era ridotto ad astrazione intellettuale o a richiamo poetico: perduto il richiamo del passato e non avendo ancora un'idea di futuro la società era orientata culturalmente verso il presente. Da questo o quel presente era possibile solo uscire con un viaggio verso un altro luogo, diverso e opposto ma immerso nella stessa contemporaneità.

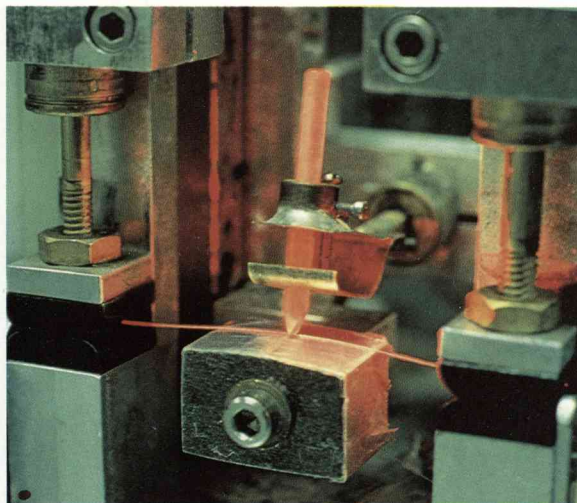
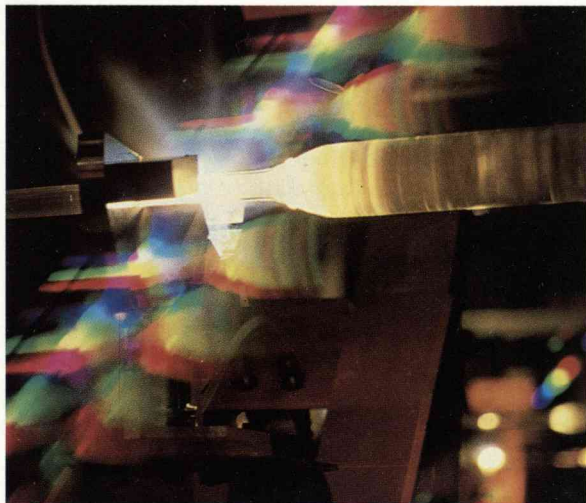
È con la scienza moderna che è cominciato a mutare tutto, sotto due profili: perché con il metodo scientifico si profilò la possibilità di una crescita continua e organica della conoscenza, destinata a svelare progressivamente le leggi della natura, permettendone il controllo e il dominio.

Ne era un ovvio corollario l'idea che il dominio avrebbe portato teorie e tecniche sconosciute all'oggi; l'idea insomma che ci siamo abituati a chiamare «progresso». Un'idea rivoluzionaria, devastatrice della cultura tradizionale, che gettava sul futuro una luce interamente diversa.

Il futuro, dapprima in maniera isolata e visionaria, come in Roger Bacon, poi più organicamente e diffusamente, diventò il luogo in cui la crescita delle tecniche avrebbe dato frutti impensabili.

Entrava nell'immaginario di gruppi ristretti ma cruciali, l'idea di un futuro destinato a diventare in maniera crescente luogo delle tecniche, terra

Fibre ottiche
(foto Corning Glass Works)



promessa nel cammino dell'uomo verso la liberazione dal bisogno ed il controllo della natura. È stata un'idea-forza della civiltà occidentale nell'epoca industriale. Un'idea che si è tradotta in centinaia di visioni colte e incolte negli ultimi secoli, dal «ballo Excelsior» alla «science fiction» americana delle origini, conquistando progressivamente strati crescenti delle popolazioni occidentali.

Ma questa idea, certo ingenua di fronte alla complessità del reale, è sembrata avvizzire in maniera crescente dopo la seconda guerra mondiale.

Certo, criticare l'idea ingenua di progresso, come ha fatto tanta parte della cultura del Novecento, non voleva dire chiudersi rispetto al futuro.

Ma questo dibattito si è poi intrecciato e sovente confuso con altri argomenti quali la congruità delle istituzioni internazionali a gestire il rapporto fra paesi industrializzati e non, la prossima fine delle risorse e, infine, l'ineluttabile decadenza della democrazia nei paesi occidentali man mano che la tecnologia avanzava nella società, assumendo toni crescentemente apocalittici. Vale forse la pena di rivisitare ora questa riflessione, soprattutto americana, che ha certo mutato in maniera considerevole l'immagine collettiva del futuro.

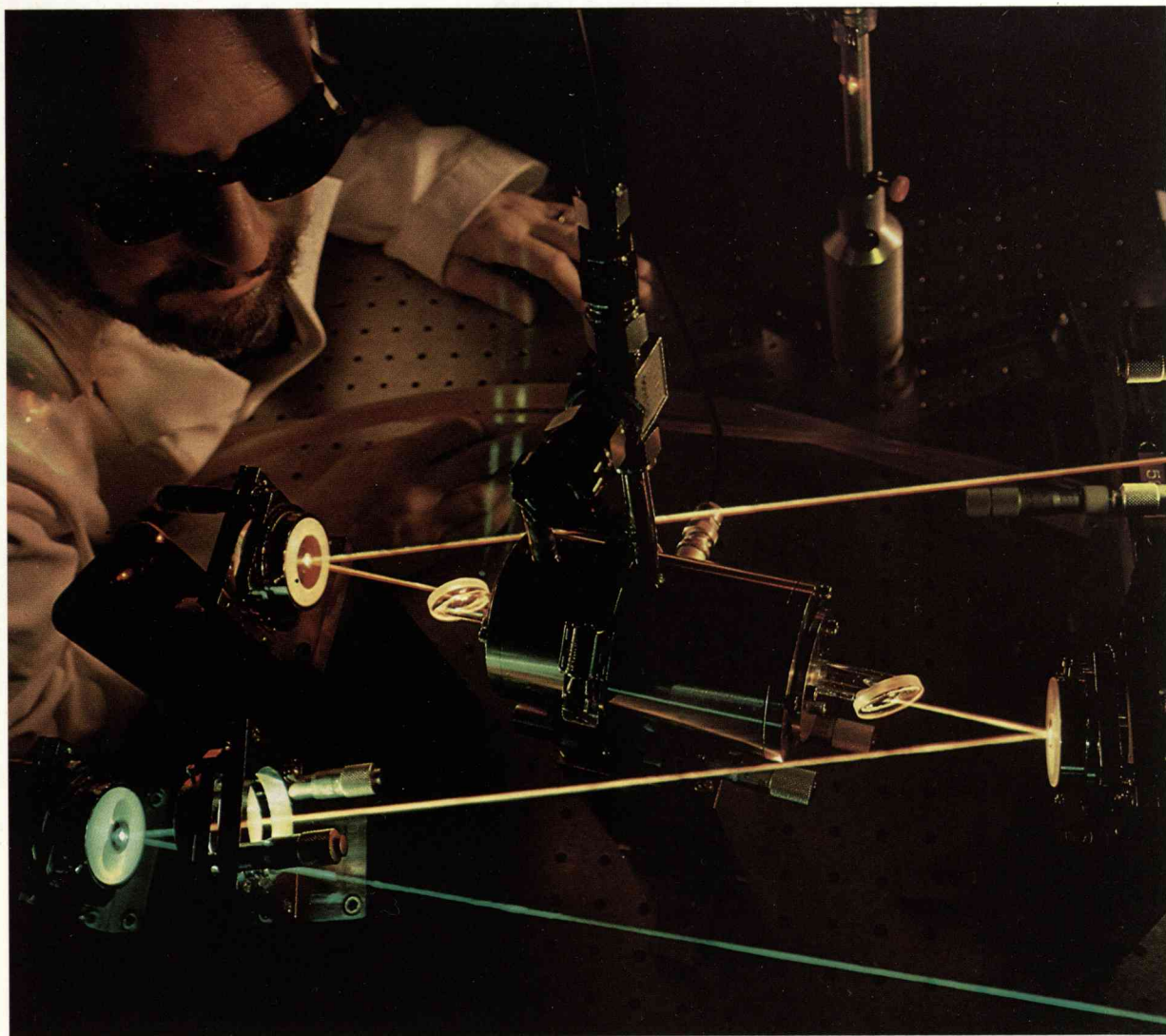
Negli anni sessanta il dibattito era centrato intorno a un quesito tanto grande quanto generico: «la tecnologia può essere controllata dall'uomo?». Fra il porsi questo quesito e l'arrivare a mettere la tecnologia sotto accusa, indicando nella guerra del Vietnam la frontiera ultima del progresso tecnologico, come fece John Mc Dermott nel 1969, il cammino da compiere è più breve di quanto non sembri. È il quesito infatti che è sbagliato, perché troppo generico e sfug-

gente, e perché rinvia alle strutture sociali che gestiscono, producono e sviluppano la tecnologia. Queste non solo diventano le artefici dello sviluppo tecnologico, ma lo realizzerebbero in base a logiche perverse, rispondenti ai loro interessi settoriali e non agli interessi generali della società. Sarebbe questa la logica dei vari complessi militari-industriali, quasi usciti oggi dal dibattito politico e culturale, ma di cui sono state piene le cronache e le riviste degli anni sessanta e settanta.

Anche in questo caso, comunque, non sarebbe la tecnologia «fuori dal controllo», ma importanti forze sociali. Il problema quindi si sposta: non si può e non si deve parlare astrattamente di controllo della tecnologia, ma di una sana vita democratica che trova gli strumenti migliori per decidere quali sentieri tecnologici vale la pena di far avanzare e coltivare. Può sembrare sconcertante arrivare ad una conclusione che sa di risaputo, ma che è il caso di ripetere: non è la tecnologia da mettere sotto accusa, ma, eventualmente, gli uomini che decidono di usarla nel modo sbagliato e le istituzioni che permettono che ciò avvenga. Tecnologia significa conoscenza pratica, ma, come dice Norbert Wiener esiste una qualità più importante del «know how» ed è il «know what», il sapere cosa fare, con cui determiniamo non soltanto come raggiungere i nostri scopi, ma quali debbano essere i nostri scopi come ricorda Wiener, «non riceveremo mai la risposta appropriata alle nostre domande se non faremo le domande appropriate».

Chiedersi genericamente, come si faceva negli anni sessanta, se la tecnologia è controllabile significava equivocare il saper fare con il cosa fare, e quindi far finire il dibattito politico e culturale in un vicolo cieco. Oggi la situazione è

Esperimenti con il laser
(foto ag. Image Bank)



fortunatamente molto diversa. La tecnologia continua ad avere i suoi oppositori e i suoi critici ma questi manifestano i loro dubbi in forme specifiche: contro una centrale nucleare o contro una ricerca d'ingegneria genetica, ma non discutono la tecnologia come sistema.

Questo è certamente un grande progresso, perché sul terreno concreto delle singole scelte il confronto è più chiaro e le informazioni specifiche ed empiriche hanno un successo migliore delle grandi scelte ideologiche. Così il grande problema dell'energia nucleare perde i suoi connotati da olocausto prossimo venturo per diventare un esame oggettivo di livelli tecnologici, di condizioni geologiche, di procedure di intervento in caso di incidente.

Non vi è dubbio che questa strada sia l'unica percorribile: fare uscire la tecnologia dai laboratori e metterla in contatto con la società reale perché non sembri più un oggetto misterioso, un'opera da stregoni o da alchimisti, ma un insieme di tecniche che l'abilità di uno o di un gruppo «di noi» ha ideato, che altri hanno costruito e che altri ancora gestiscono.

È l'unica strada percorribile anche perché non può essere deciso in anticipo che cosa serve e cosa è dannoso. Nel 1968 l'Università di Harvard pubblicò un rapporto sulla tecnologia e la società, in cui il responsabile del programma, E. Mesthene, affermava che la tecnologia «ha effetti positivi e negativi, perché crea nuove opportunità e nello stesso momento genera nuovi problemi per le persone e la società».

Mesthene in pratica rinviava il giudizio alle applicazioni concrete, all'uso che ne può fare un uomo o una società. Questa conclusione gli attirò l'accusa di J. Mc Dermott che lo additò come rappresentante della «aggressiva destra americana».

Mc Dermott, mutuando dalla terminologia classica dell'economia, si dichiarava contrario al «laissez innover», paragonato al laissez faire di stampo liberista, e vedeva nella libertà d'innovare una pericolosa esemplificazione di un assetto sociale che non condivideva.

Ma chi può decidere il «che cosa fare» richiamato da Norbert Wiener? Chi può porre le domande e chi è titolare della risposta?

Negli anni sessanta questo problema o fu eluso o si cercò di dare ad esso risposte postulando la necessità di un maggiore intervento delle autorità pubbliche.

Il Senato americano creò un apposito ufficio di «technology assessment», o di valutazione tecnologica, e furono numerosi i suggerimenti per fornire adeguate informazioni attraverso le tecniche di previsione.

In Europa Bertrand De Jouvenel suggerì la creazione di «istituti di vigilanza» il cui compito avrebbe dovuto essere quello di segnalare «le conseguenze inattese» e quindi pericolose dell'uso di una tecnologia. Le istituzioni di vigilanza avrebbero dovuto funzionare come una specie di coscienza critica ma tecnologicamente attrezzata della società.

Idee e suggerimenti che hanno avuto poco seguito, in conseguenza della crisi degli anni 1968-1973, che travolse insieme all'ordine precedente anche le tecniche previsive e queste preoccupazioni di carattere globale sul rapporto uomo-tecnologia e tecnologia-futuro.

Oggi il problema si ripropone. Anzi, si propone con maggior urgenza dal momento che siamo in attesa di un'onda tecnologica di un'ampiezza ancora maggiore di quelle affrontate nel passato.

Ebbene, il controllo non può essere delegato a istituzioni astratte, che fra l'altro non hanno nes-

un strumento a disposizione, neanche quelli, un tempo possibili, del protezionismo e dell'isolamento internazionale, ma deve essere collocato direttamente nel cuore della società, dando il massimo di informazioni sulle singole tecnologie ed educando pubblica opinione e organizzazioni sociali a comprenderla, a vederne gli effetti, a gestirla nel modo migliore.

La tecnologia cioè non si può affrontare né condannandola aprioristicamente, né esorcizzandola come irrilevante, perché è fra noi: può essere però un docile strumento al nostro servizio se impariamo a usarla.

Se ciò era vero nei passati decenni è ancora più vero negli anni che ci prepariamo a vivere e che ci separano dal XXI secolo.

L'onda tecnologica ci sottoporrà a un bombardamento di novità non tanto perché vi saranno numerose scoperte rivoluzionarie (evidentemente, non possiamo prevederle), ma soprattutto perché impareremo ad applicare le tecnologie esistenti a mille e mille nuovi usi, sempre più di pratica quotidiana.

Certo la tecnologia stessa ci aiuterà a capire attraverso lo sviluppo delle tecnologie dell'informazione. Ma per il tempo che ci sta innanzi, nel nostro personale futuro, occorre mettersi l'animo in pace: le sorprese continueranno e noi tutti, come buoni artigiani, dovremo faticosamente adattarci a continue intrusioni di novità.

Il nostro tallone d'Achille non starà, comunque, nel flusso di novità in sé, o nelle difficoltà a comprenderne gli aspetti più complessi, ma nel considerare la tecnologia scissa e divisa dal nostro abituale universo politico e quotidiano.

È su questo punto che dobbiamo porre rimedio: senza pretendere di avere in questo universo lo stesso identico senso di futuro proprio dell'uni-

verso tecnologico occorre, quanto meno, un alt all'appiattimento nel presente. A Roma, in prossimità di certe crisi ministeriali, non si vive «day by day», giorno per giorno, ma ora per ora.

Ogni universo, ogni spicchio della vita umana ha le sue logiche, le sue esigenze, le sue leggi: le compromissioni e le commistioni sono pericolose così come lo sono le eccessive divaricazioni. E quindi, se è giusto considerare il futuro come quasi inconoscibile nella sua «essenza», è profondamente sbagliato ignorarlo come una dimensione necessaria e naturale dell'esistenza; se è certamente fatica sprecata pretendere di svelarlo nella sua interezza, altrettanto sicuramente è una grande occasione perduta non utilizzare quegli aspetti della dimensione del futuro che possiamo conoscere.

Consapevolezza nella dimensione del futuro, come dimensione che ci coinvolge, come singoli e come collettività, e uso intelligente delle poche notizie che su questo futuro possiamo sapere: queste, in poche parole, le caratteristiche minime sufficienti di una cultura del futuro essenziale per ogni paese industrializzato, in particolare per il nostro che, più degli altri sembra aver appiattito nel presente ogni sua attività e ogni sua riflessione.

Il futuro come catastrofe

Eppure il desiderio di affrancarsi dal presente è sempre stato presente in ogni società. Gli astrologi Caldei e Babilonesi non solo gettarono i primi fondamenti di quella parte del sapere scientifico che è l'astronomia ma vollero e presero di leggere negli astri il destino del mondo. Era un mondo senza libertà, retto dalla volontà degli dei che si manifestava attraverso le ferree leggi del moto degli astri.

In quel mondo senza libertà umana, era tuttavia

latente un senso di futuro, certo non come «tempo desiderabile», perché incerto e dubbioso di fronte al passato, la mitica e gloriosa età degli eroi; ma era pur sempre espressione di una consapevolezza che la vita e il mondo non erano limitati al presente.

Questa tensione tra desiderio di conoscenza e paura del futuro e dell'ignoto ha sovente toccato alcune delle paure più profonde dell'inconscio collettivo, cosicché è riconoscibile, nella storia della cultura, un preciso filone, ancora vivo e vitale, che vede nel futuro la catastrofe. Ciascuna età ha i suoi Nostradamus con le loro profezie catastrofiche, ricorda Polack, e anche la nostra non fa eccezione: la visione apocalittica della fine delle risorse, del tracollo ecologico, dell'inevitabilità dell'olocausto nucleare sono la declinazione moderna di una visione cupa, pessimista e scoraggiante del domani: non a caso oggi qualificata come «doomsday model», visione da giorno del giudizio.

Il futuro come progetto

All'opposto vi è la visione del futuro come possibile salvezza: nasce più tardi, nell'Occidente, con la nuova idea della centralità dell'uomo, che legge negli astri per scoprirvi le leggi dell'universo, non il suo proprio destino. Con la nascita della scienza moderna si rafforza il senso di responsabilità dell'uomo che trova ulteriori consolidamenti nell'ottimismo dell'Illuminismo, dell'evoluzionismo e industrialismo ottocenteschi, nel positivismo e nel marxismo fino all'idea di «Progresso» per eccellenza, propria dei due decenni a cavallo tra XIX e XX secolo. Nei secoli tra il XIV e il XVI l'universo dell'uomo europeo si era enormemente allargato.

Un Nuovo Mondo si era aggiunto al vecchio e un'area immensa di questo, l'Asia, era stata co-

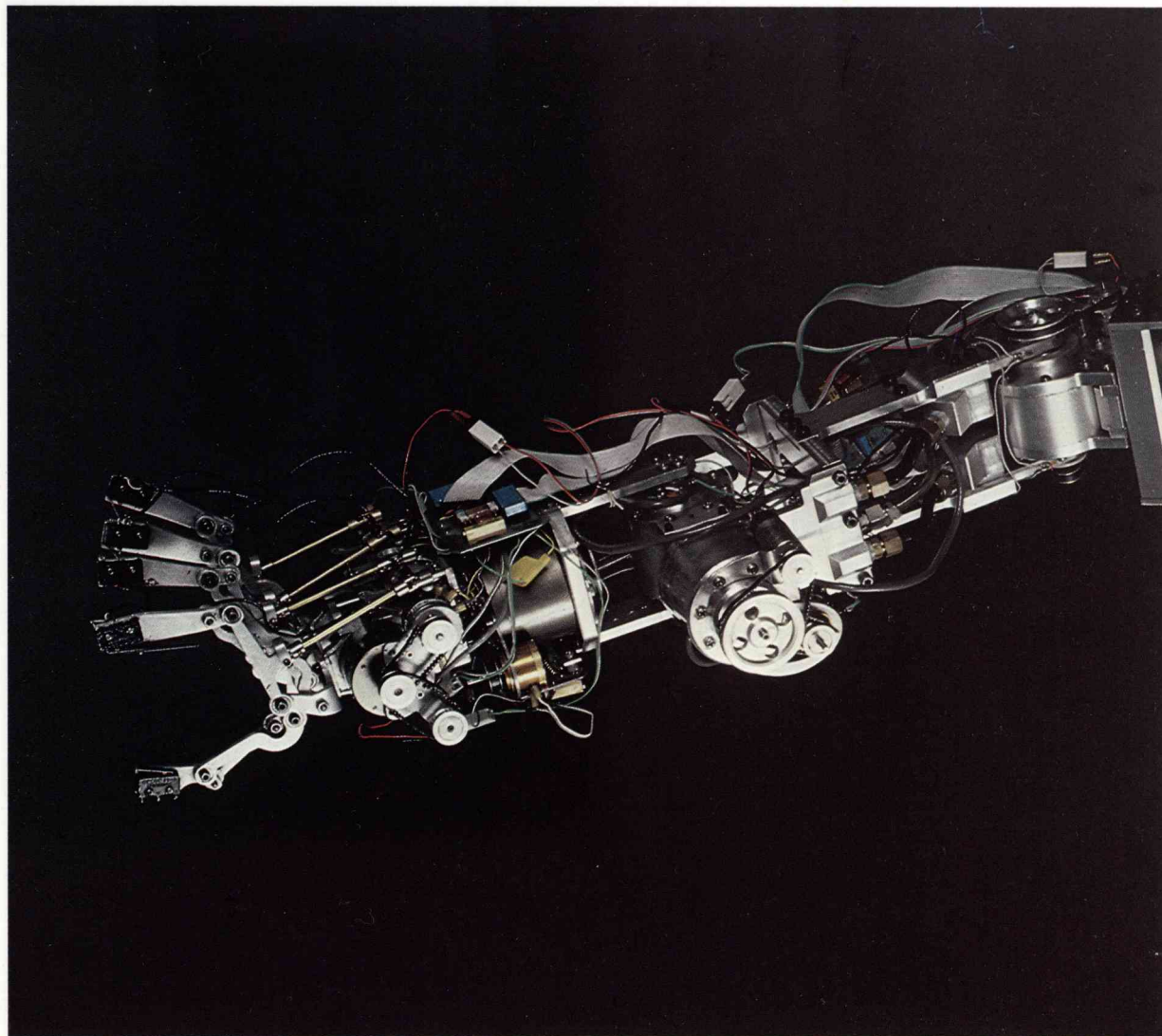
nosciuta con maggior precisione, era uscita dalla leggenda e dal mito per entrare nelle carte geografiche dei navigatori, dei mercanti e degli statisti. Questa esplosione geografica aveva avuto enormi conseguenze negli equilibri politici, ma non aveva interessato solo gli statisti: attraverso l'introduzione di nuovi alimenti aveva interessato il cittadino comune. Soprattutto era iniziata la formazione di un'alternativa alla società europea: prima per gli avventurosi e i navigatori, poi per i primi emigranti. Partire per cercare, nel presente ma altrove, qualcosa di diverso.

L'utopia fatta realtà? Qualche volta sembrò essere così, come nel mito americano, fino alle sue traduzioni popolari (l'America dalle strade lastricate d'oro) del secolo XIX.

Nello stesso tempo, ma con maggiore difficoltà, cominciava a farsi strada l'idea che anche attraverso l'avanzare nel tempo poteva mutare, in meglio, la condizione umana. Con la nascita della progettualità tecnologica prendeva corpo l'idea di modificare l'esistente: nuovi utensili, nuovi strumenti, nuove modalità di fare cose antiche, cose nuove per soddisfare bisogni vecchi, cose nuove per soddisfare bisogni nuovi; con il progredire della tecnologia e dell'industrializzazione l'idea che il domani fosse diverso prendeva forza. Restavano tutte le incertezze sulla direzione del cambiamento, diversamente giudicate in base alle differenti collocazioni culturali, ideologiche o di classe.

Questo embrionale senso del futuro, come si è detto non ha però fatto molta strada. Anche per le crisi che ha conosciuto, per le oscillazioni culturali che lo hanno accompagnato, non si sono trovate adeguate strumentazioni per poter sviluppare questo senso del futuro da generico orientamento culturale a razionale e formaliz-

Arto artificiale robotizzato
(foto ag. Grazia Neri)



zata tecnica di indagine, al fine di poter conoscere il domani, almeno in parte, prima che si realizzi.

Avere questa tecnica è la condizione prima perché si possa rendere politicamente operativo il senso del futuro. E non si può certo dire che a queste tecniche non si sia prestata attenzione, visto che la loro ricerca ha impegnato importanti energie intellettuali specie negli ultimi trent'anni.

Prima di allora si cercava, con una fantasia più o meno educata con letture letterarie, filosofiche o tecnologiche, di immaginare «qualcosa» del futuro.

Era già un atteggiamento profondamente innovativo rispetto ai tempi in cui si guardava solo al presente o al passato, ma, se possiamo considerare queste opere come i primi mattoni di un edificio che ci condurranno, è auspicabile, a una moderna cultura del futuro, non possiamo ignorarne i caratteri di precarietà e curiosità.

Ed è appunto come curiosità che vogliamo ricordarli, anche perché alcune previsioni hanno la singolare virtù di avere fatto centro, di essersi cioè realizzate.

La preistoria della previsione

La prima «previsione» che si conosca è del 1770; ne è autore Sébastien Mercier che scrisse «L'an 2440»: può essere considerato il momento di passaggio fra l'utopia come strumento di critica del presente, ed il senso del futuro emergente: la città ideale descritta è la Parigi di qualche secolo dopo. Ma la consapevolezza del mutamento tecnologico è certo ben poco sviluppata.

Nel 1871 Alphonse de Candolle prevedeva – giustamente – che l'inglese sarebbe diventata la lingua universale; nel 1843 Alphonse Lamartine

prevedeva, in piena epoca vittoriana, con l'impero inglese al culmine della potenza, il declino della Gran Bretagna, l'emergere della potenza mondiale degli Stati Uniti e un processo di integrazione europea. Ben noti sono i cenni «profetici» di Tocqueville ai futuri ruoli mondiali degli Stati Uniti e della Russia; ma più vicine a temi tecnologici sono le «Memorie di un industriale dell'anno 2240» in cui Barthelemy Enfantin nel 1840 anticipò il canale di Suez, la ferrovia Il Cairo-Suez e una diga sul Nilo.

Il più famoso di tutti i «futurologi» del XIX secolo è senza dubbio Giulio Verne, fortunato e sereno (o fortunato perché sereno) anticipatore di molte tecnologie.

Sul finire del secolo la fiducia in un progresso senza avventure, fatto di un'evoluzione sicura e certa, senza salti di discontinuità era la cultura prevalente: ma essa non dette luogo a salti di qualità nella tecnica previsiva, considerata ancora come un genere letterario, d'avventura o pamphlettistico. Una parziale eccezione è rappresentata da Herbert George Wells, che sta alle radici della fantascienza e della futurologia scientifica; in ogni caso l'apparato industriale e tecnologico era ancora troppo poco strutturato per rendere desiderabili e possibili esercizi previsivi.

La coscienza che esiste un futuro quale dimensione essenziale della vita collettiva è quindi recente ed ha continuato a convivere, a livello di massa, con un ben diverso atteggiamento prevalente: il futuro come una fantasia che non si realizza, come un tempo che non ci interessa, destinato a restarci estraneo.

La grande fioritura delle previsioni

Negli anni cinquanta e sessanta si ebbe un grande fiorire della futurologia, che entrò mas-

*Esperimento sulle emissioni di
raggi X ad alta energia
(foto Los Alamos National Laboratory)*



sicciamente fra i metodi di gestione delle organizzazioni complesse, quale, ad esempio, la NASA.

Il clima culturale in cui le tecniche previsive fiorirono ammetteva un generico progresso senza discontinuità e ciò facilitava, almeno negli Stati Uniti e nei paesi europei, un tentativo di lettura del futuro come sviluppo o estrapolazione delle tendenze storiche.

Anticipazioni, come diceva Hermann Khan, «libere da sorprese».

È del 1963 la pubblicazione di «Inventing the future» di Dennis Gabor che segna una svolta importante nella futurologia: in esso la previsione si legava a specifici obiettivi. Era questo il senso della formula «inventare il futuro», che da un lato ammetteva l'impossibilità di postulare un futuro sempre e comunque «progressivo», dall'altro indicava la validità delle previsioni collegate organicamente a un futuro voluto, cioè pianificato.

Per tutti gli anni sessanta si manifestarono, nelle numerose tecniche di previsione tecnologiche e nei meno frequenti esercizi applicativi effettivi, due indirizzi: le previsioni «normative», in cui la previsione diventa un servo-metodo della pianificazione, e le previsioni «esplorative» adatte a mettere a punto futuribili, cioè futuri probabili, scenari che si presumono, probabilisticamente, di possibile realizzazione.

Le previsioni normative si pensò potessero allargarsi fino a comprendere l'intera società, come proponeva Hasan Ozbekhan in un suo articolo pubblicato in Italia nel 1965 con un titolo, chiarificatore del clima culturale del momento, «Pianificazione e creazione del futuro».

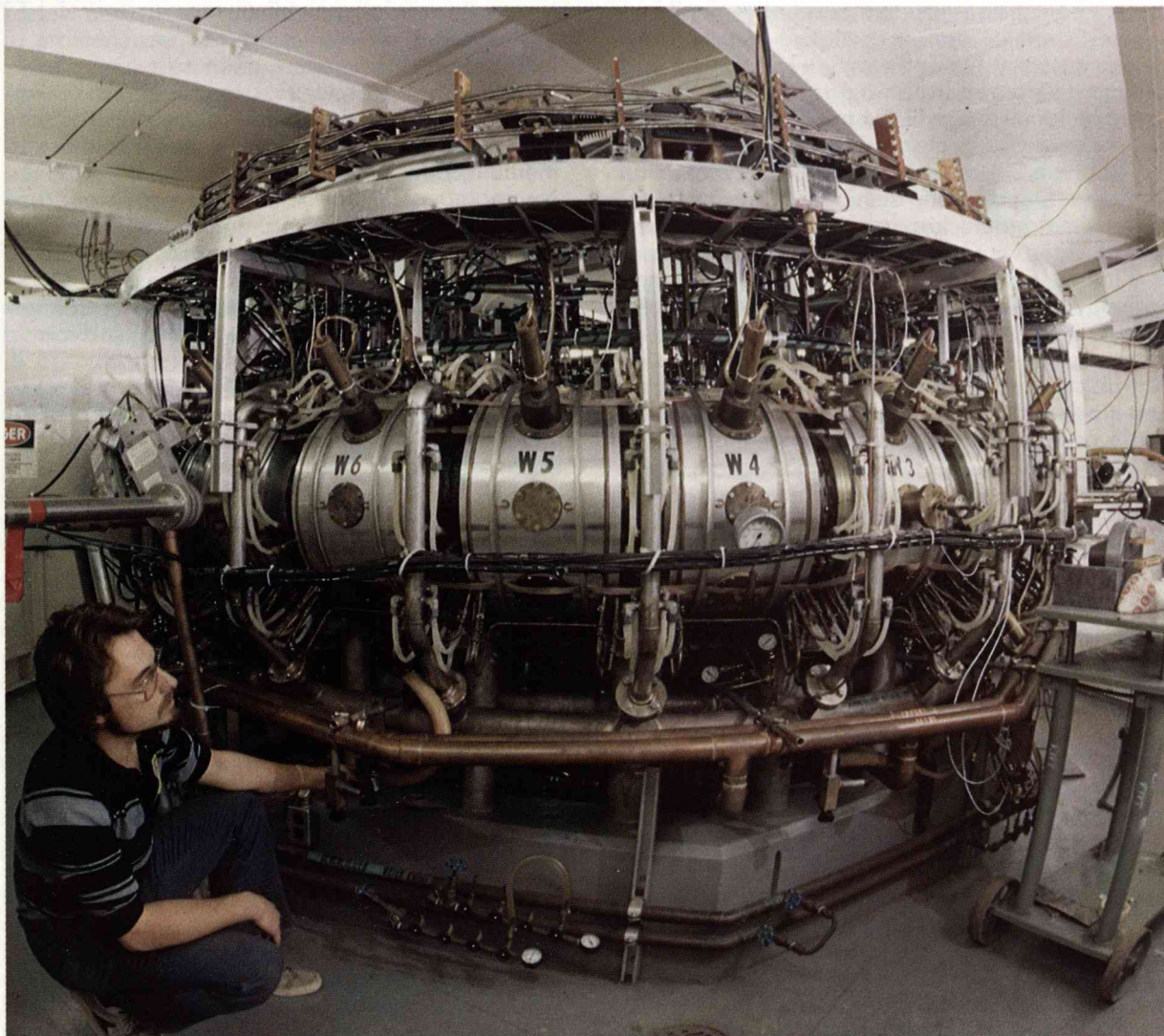
Le tecniche previsive si trovarono, nei fatti, di fronte a una scelta di fondo: o incorporare nella previsione i probabili sviluppi di natura poli-

tica, culturale e sociale, e quindi diventava indispensabile seguire la proposta di Ozbekhan di ampliare l'oggetto della previsione fino a comprendere l'intera società, oppure limitarsi a oggetti specifici e settoriali nel presupposto che ciò che fosse accaduto all'esterno sarebbe stato influente.

Nel primo caso l'oggetto della previsione era l'assetto futuro di un paese, il successo o l'insuccesso di un processo di sviluppo, l'evoluzione culturale; nel secondo caso si prevedeva il futuro di un'industria, di un sistema di armamento o di uno specifico settore tecnologico o scientifico quale ad esempio la medicina.

Erich Jantsch compì nel 1965 e 1966 un'indagine accurata, per conto dell'OCSE, in dodici paesi membri dell'organizzazione. Egli classificò con molta cura e precisione le differenti tecniche previsive, distinguendole in esplorative, normative e ad «anello chiuso» (in cui si è già realizzata la simbiosi fra previsione e pianificazione) ed enumerò diverse decine di tecniche particolari, dalla più semplice ai più complessi modelli matematici. Alla conclusione dell'indagine, mentre da un lato affermava che la previsione del futuro era diventata una tecnica gestionale ormai comunemente accettata dalle grandi organizzazioni, dall'altra formulava espliciti inviti alla prudenza: «il valore della previsione tecnologica non è dimostrato solo dalla verifica di questa o quella previsione, per le quali non vi è ancora sufficiente accumulazione statistica, ma che è pur tuttavia attestato da numerose indicazioni positive da parte di chi le ha usate, ma anche dal contributo che apporta alla pianificazione a lungo termine»; «la previsione tecnologica è un'arte, non una scienza; favorisce il giudizio dell'uomo, non lo sostituisce», scriveva Jantsch.

*Reattore per lo studio della
fusione nucleare
(foto Oak Ridge National Laboratory)*



Queste conclusioni prudenti e riduttive venivano in parte smentite dalle aspettative crescenti che la tecnica previsiva sollevava. «La storia è una guida mediocre; noi abbiamo fatto di meglio», scriveva il futurologo Harvey Brooks, scambiando le sue ambiziose intenzioni con le pratiche realizzazioni. Altri inviti alla prudenza come quello di Daniel Bell, del 1967, cadevano nel vuoto: «dobbiamo impegnarci nel compito della previsione quanto più possibile esplicitamente e intelligentemente. Ciò implica che si considerino le previsioni come degli strumenti o degli aiuti in vista delle decisioni piuttosto che come affermazioni circa l'avvenire».

Purtroppo, l'approccio prudente e riduttivo si perse per strada e l'oggetto della previsione si dilatò enormemente, anche se in pratica non si andava al di là di analisi sistematiche dei costi e dei benefici, in pratica dell'efficienza.

Così, è lo stesso Erich Jantsch ad allargare smisuratamente l'ambito, dando per certa l'applicazione delle tecniche previsive nella pianificazione economica e nella «tecnologia sociale, dove si concentra sempre di più l'interesse generale» e dove la «principale attività è una previsione interdisciplinare, nei settori politici, sociali, economici, militari e tecnici».

È proprio in questa incapacità a restare nell'ambito strettamente tecnologico che sta il vizio capitale delle tecniche previsive degli anni sessanta, che dopo aver conosciuto un momento di eccezionale favore, nell'opinione pubblica e nella stampa specializzata, fra i decision-makers e i commentatori politici, caddero clamorosamente con il mutamento di clima internazionale seguito alla crisi dei rapporti internazionali del 1973.

Eppure, il favore di cui avevano goduto le tecniche previsive non era stato astratto: in Francia

erano state adottate nella preparazione del 5° e 6° Piano e all'interno del gruppo speciale di lavoro per la previsione della società francese al 1985; negli Stati Uniti si era verificata l'estensione a tutti i ministeri del sistema PPBS (Planning Programming Budget System) originariamente applicato nel solo Dipartimento della Difesa.

Anche in Italia si era fatto qualche tentativo nella preparazione dello sfortunato «Programma 80».

SE il PPBS si rivelò ben presto una tecnica sofisticata di allocazione delle risorse, in Francia e in Italia le tecniche previsive si caricarono di significati politici: la previsione era uno strumento della pianificazione nazionale che si faceva carico di obiettivi sociali e aspirazioni politiche di lungo periodo.

La tecnologia era relegata in secondo piano, se non del tutto dimenticata, e tecniche e metodi nati al suo interno venivano usati per problemi di carattere generale quale il futuro sociale, economico e politico di un paese.

La crisi del 1968 prima e del 1973 poi, ruppero clamorosamente l'universo di certezze sul quale si basava la previsione libera da sorprese, basate cioè sull'idea della continuazione indefinita delle tendenze in atto che cadde rapidamente in disuso, insieme ad altri termini, parimenti allusivi di un medesimo clima culturale, quali economia concertata e programmazione indicativa, con cui in Europa si cercava faticosamente di recuperare identità e motivi di distinzione dalla cultura e dalla pratica americane.

Ciò che restò delle esperienze previsive degli anni cinquanta e sessanta furono alcuni metodi di pianificazione dell'attività di ricerca scientifica e tecnologica che alcuni grandi organismi continuarono a compiere e ad adottare come

supporti gestionali. Il più importante di questi organismi fu la NASA, con tutta la costellazione di industrie ed istituti tecnologici legati alla realizzazione dei programmi spaziali.

La loro esperienza si rivelò un successo, ma il loro impatto nel mondo esterno, nel dibattito politico e culturale, diventò irrilevante.

Però l'esigenza di prevedere e di organizzare il cambiamento verso fini desiderabili permaneva e per un breve periodo, successivo al 1973, vi furono alcuni tentativi che dilatarono enormemente l'orizzonte delle previsioni, fino a inglobare il destino dell'umanità, l'intero pianeta.

Prevedere il destino di tutti

Gli anni settanta vedono incrinarsi quella stabilità nello sviluppo che aveva caratterizzato gran parte del secondo dopoguerra e sulla quale erano stati basati i principali esercizi di previsione degli anni sessanta.

Maturava così un nuovo approccio metodologico di fronte ad un'esigenza di previsione che si faceva sempre più angosciata di fronte alla caduta di molte certezze del ventennio precedente.

In risposta alla nuova situazione nacque la previsione basata sui cosiddetti *modelli globali*, in cui la nuova ipotesi forte consisteva nell'assumere che il *sistema mondo* fosse come tale il *solo* oggetto passibile di previsione. Le previsioni nazionali basate sulla proiezione di situazioni locali, avevano sperimentato, infatti, che la propria inadeguatezza scaturiva proprio dall'incapacità di valorizzare adeguatamente i vincoli posti alle singole economie nazionali dall'evoluzione economica, demografica e politica del resto del mondo.

Si assistette così ad un processo di divaricazione crescente per cui, da un lato si moltiplicaro-

no i modelli e gli esercizi di previsione globale, dedicati al sistema mondo, variamente concepito e rappresentato e dall'altro l'incisività stessa di quei progetti globali, almeno sul dibattito sociale e politico dei singoli paesi, ridotti a frammenti di regioni continentali, si fece evanescente. Maturava così, come paradossale effetto degli esercizi di previsione globale, la percezione di un ambiente internazionale turbolento in cui le singole realtà nazionali erano immerse e di fronte al quale erano di fatto impotenti.

Il numero dei modelli globali ammonta ormai a una decina, nonostante che il primo di essi risalga solo all'inizio degli anni settanta.

Il modello Club di Roma - MIT è certamente il più celebre. La sua celebrità è dovuta ad alcune caratteristiche in parte estranee al modello, cioè l'aver sottolineato da un pulpito qualificato i pericoli prossimi del venire meno delle risorse (e quindi la necessità di porre dei limiti alla crescita) in un clima intellettuale propizio a messaggi di questo genere.

Fu seguito, pochi anni dopo, dal modello Mesarovic-Pestel, il cui rapporto finale è stato pubblicato col titolo «*Mankind at the Turning Point*», anch'esso commissionato dal Club di Roma. Entrambi i modelli mettono l'accento (come consiglio per ipotetici, onnipotenti *policy makers*) sulla cooperazione internazionale e sull'intervento immediato contro gli sprechi di risorse.

Quando venne presentato a Rio de Janeiro un primo rapporto del modello Club di Roma-MIT, ci fu una generale sollevazione degli studiosi sudamericani i quali sottolinearono l'improprietà di un modello a crescita zero per i paesi sottosviluppati. Nacque da quel convegno l'idea di costruire un modello globale dal *punto di vista dei paesi sottosviluppati*. Il modello fu poi chiamato Bariloche, perché elaborato all'in-

terno di una fondazione argentina con lo stesso nome.

Il modello fu costruito per indicare cosa fare per portare i paesi in via di sviluppo oltre una soglia minima rispetto ad alcuni bisogni fondamentali (espressamente indicati: un certo standard abitativo, un preciso standard nutritivo, un determinato standard educativo ed una certa speranza di vita alla nascita) e fu concepito come punto di riferimento per la costruzione di modelli di programmazione nazionale di lungo periodo. Speranze rimaste, naturalmente, vane.

Sono stati costruiti altri modelli di previsione globali, come il giapponese Fuji, ma il più celebre resta il modello Leontieff-ONU.

Attraverso otto diversi scenari, sette dei quali caratterizzati da diverse ipotesi di strategia di crescita e uno dall'ipotesi della assenza di qualsiasi strategia e quindi di un mero prolungamento dei trend, il modello formula. Le previsioni al 1980, al 1990 e al 2000 partendo dai dati del 1970 assunto come anno base. Già a pochi anni dalla sua redazione è tuttavia evidente come anche questo raffinato tentativo di previsione globale sia già diventato obsoleto.

Il più ambizioso e complesso tentativo di mettere a punto un modello di previsione globale fu compiuto dall'OCSE con il suo Interfutures.

È il primo tentativo di elevare a livello internazionale il classico criterio «prevedere per programmare» o quanto meno per agire politicamente, e anche per l'identità e l'autorità scientifica e politica della istituzione che lo ha patrocinato rappresenta in un certo senso la manifestazione più completa e matura dell'«approccio globale» alla previsione dell'evoluzione economica e sociale dei nostri sistemi elaborato nel corso degli anni settanta.

Il modello Interfutures consiste in un sistema interdipendente di scenari parziali.

Più concretamente, i problemi e le ipotesi prescelti sono il risultato di una serie di studi preparatori che hanno permesso di individuare quali fossero i punti di tensione e le linee di derivazione lungo le quali è presumibile che si manifesteranno i cambiamenti più significativi nell'ordine economico internazionale e nell'assetto delle singole aree geopolitiche nel corso dei prossimi venti anni.

Si tratta di quattro aree-problema:

- a) l'evoluzione delle relazioni internazionali; b) i modelli di crescita dei paesi in via di sviluppo; c) la dinamica sociale delle società industriali avanzate; d) l'andamento della produttività.

Come si vede, le quattro aree problematiche corrispondono alle quattro forme e fonti di tensioni che già si vanno manifestando in questo decennio di transizione: tensioni strutturali in seno ai paesi sviluppati, tensioni nelle relazioni tra paesi sviluppati, tensioni nelle relazioni politiche ed economiche tra questi ed i paesi in via di sviluppo.

I limiti di Interfutures e degli scenari globali

L'opzione metodologica fondamentale alla base del modello di Interfutures consiste nell'osservazione privilegiata dei meccanismi della interdipendenza mondiale e nella proiezione di questi su un orizzonte temporale molto lungo, l'anno 2000.

Il secondo elemento caratterizzante consiste nell'adozione di una metodologia secondo la quale alcuni parametri o vincoli ritenuti strategici (come la produttività, la demografia, ecc.) vengono fatti variare per poi osservare le variazioni indotte sul sistema economico mondiale, articolato nelle sue subaggregazioni regionali.

Centrale nucleare
(foto ag. Pictor International)



Inoltre i differenti valori dei coefficienti dei consumi alimentari e/o dell'incremento demografico sono stati ipotizzati senza alcun riferimento ad un precedente e preliminare esercizio preventivo. Interfutures affronta così la definizione di variabili, in realtà soggette ad un'evoluzione fortemente discontinua, come la tecnologia o i consumi energetici con criteri puramente estrapolativi e quindi basati sui passati andamenti che rapidamente si mostreranno inadeguati.

Il fondamentale limite delle metodologie previsionali globali elaborato nel corso degli anni settanta, di fronte al fallimento delle previsioni parziali e proiettive degli anni sessanta, appare così, a distanza di qualche anno, radicato nelle assunzioni forzatamente deterministiche circa le reazioni dei sistemi sociali a variazioni dell'ambiente esterno introdotte con criteri ancora una volta «ingenui», liberi da sorprese.

Nella realtà dei fatti i sistemi sociali hanno mostrato una varietà di comportamenti e di logiche adattive che appare difficile inserire in modelli di previsione parziale e globale.

L'esplosione di comportamenti sociali imprevisi, dall'Italia agli Stati Uniti, rispetto all'immaginazione sociologica ed economica tradizionale, basti pensare all'inventiva resasi necessaria a posteriori per descrivere le varie economie periferiche, cespugliose, illuminate dalla luna e regolate da comprensivi robot dal volto umano, ha così mostrato una crepa profonda nella validità dei modelli di previsione globale.

Parallelamente l'evoluzione inattesa di variabili, pur dotate di una solida base quantitativa come i consumi energetici o i tassi di natalità, ha mostrato l'inadeguatezza di previsioni che non privilegiassero per prima cosa proprio l'andamento dei principali parametri di ogni modello economico come la popolazione, la forza lavoro,

la disponibilità di energia, l'offerta di innovazioni.

Parallelamente, il fenomeno ormai evidente della crescente impotenza dei grandi paesi oltre che degli organismi internazionali di fronte alla ricorrente esplosione di conflitti internazionali, sia pure circoscritti a una sola regione, conferma l'assenza di un destinatario politico credibile dei progetti globali.

In realtà i progetti globali, pensati come quadro di riferimento per un'azione politica planetaria si riducono nei fatti ad un'azione di denuncia dei pericoli dell'evoluzione a medio termine della situazione sociale, economica e politica a livello mondiale, senza per altro fornire criteri di intervento e strutture operative praticabili in termini reali.

I modelli globali, pur riconfermando la grande necessità di un esercizio di previsione per orientare l'azione sociale soprattutto in un'epoca di rapido cambiamento degli assetti politici e istituzionali, soffrono dell'assenza di destinatari e interlocutori proprio per la dimensione planetaria dei problemi invocati e delle previsioni elaborate.

Emerge così una verità di fondo dall'esame dei risultati pratici di questi modelli: come la selezione accurata e realistica dei livelli di azione politica e sociale che si vogliono praticare e quindi dei destinatari e degli interlocutori, sia un momento altrettanto delicato, nel successo dell'esercizio di previsione, della selezione dei parametri dei modelli della previsione stessa.

Una conferma di questa ipotesi sembra venire dall'analisi della vicenda «global 2000» l'ultimo dei grandi modelli di previsione globale, commissionato dal presidente Carter e respinto da Reagan.

Global 2000, un rapporto specializzato sulla

previsione dell'evoluzione demografica, ecologica e delle risorse naturali a livello del sistema Terra, non poteva non concludere sottolineando il carattere complesso e planetario di ogni azione politica per altro definita come assolutamente necessaria e improcrastinabile.

Global 2000 riproponeva così, in termini ancor più drastici e definitivi, un divario intollerabile tra livello conoscitivo-speculativo e livello operativo.

In effetti di fronte ai risultati di Global 2000 la reazione fondamentale non può non essere di una crescente sensazione di impotenza. Non a caso la motivazione della decisione del presidente Reagan di respingere il rapporto contiene non già un rifiuto o una critica ai problemi evocati, ma piuttosto un invito a scegliere livelli di previsione concretamente utili ad orientare l'azione politica e quindi capaci di stimolare l'intervento di quella pluralità di operatori nei vari livelli di azione sociale che si possono configurare nella differenziata realtà istituzionale e politica dei sistemi occidentali.

L'epitaffio dei modelli di previsione globale potrebbe quindi essere «ricordati di prevedere per agire».

La nostra proposta: una previsione per fattori

Le tecniche previsive necessitano, oggi, di una nuova legittimazione culturale che restituisca loro credibilità e significati operativi.

D'altro canto la loro assenza pesa profondamente nel dibattito politico, immerso fin troppo nel contingente e nel provvisorio e influenza pesantemente la cultura politica «comune» sempre più portata a decidere sulla base di informazioni appiattite sul presente.

Il senso del futuro, di cui si parlava all'inizio, necessita di tecniche formalizzate, utili e com-

prendibili sia a chi deve prendere decisioni politiche sia alla gente comune.

L'intero programma «Futurama», si è già detto, ha questa finalità.

Ed è in questo quadro che si è messa a punto una tecnica di previsione per fattori, con cui si sono già fatti due primi esercizi pratici.

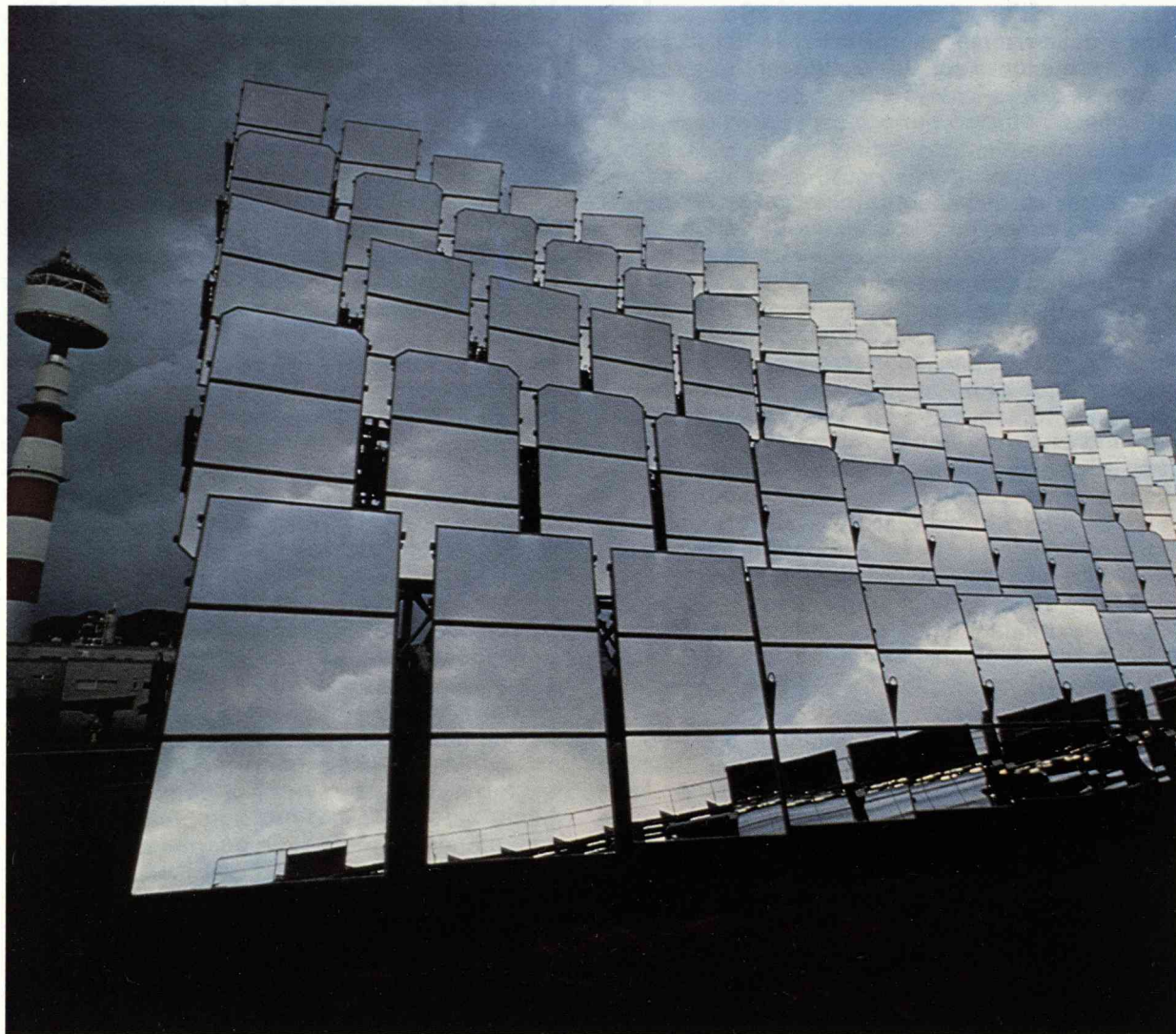
La tecnica più adatta a compiere esercizi di previsione, utile ai singoli operatori sociali è sembrata consistere in una «previsione per fattori e dei fattori stessi del cambiamento», e in particolare di due fattori ritenuti, per le loro caratteristiche, più conoscibili: l'evoluzione demografica e il cambiamento tecnologico. Mentre nelle precedenti esperienze l'evoluzione demografica o il ritmo del cambiamento tecnologico di volta in volta venivano posti come variabili determinate all'interno dei modelli previsivi o informazioni introdotte dall'esterno, si è resa l'evoluzione demografica stessa o il ritmo del cambiamento tecnologico oggetto della previsione.

Sembra infatti che l'evoluzione di variabili come la demografia e il cambiamento tecnologico contenga elementi di determinismo sufficienti a offrire una base analitica solida all'esercizio previsivo.

Al contrario, le modalità con le quali la società nel suo complesso, articolata nelle sue varie aggregazioni, saprà e potrà reagire al cambiamento dei vincoli, sembra oggi, nel corso degli anni ottanta, al di là di un possibile e attendibile esercizio di previsione. Per essere più espliciti l'Italia del 1990 ci sembra iniconoscibile e ogni scenario che pretendesse di descriverla ci sembrerebbe arbitrario, inutile tentativo di recuperare tecniche e orientamenti tipici dei lontani anni sessanta.

Questo ridimensionamento dell'area di appli-

*Una centrale ad energia
solare in Giappone
(foto ag. Grazia Neri)*



cazione dell'esercizio di previsione non deve tuttavia essere letto come un arretramento, ma come adozione dell'unico strumento possibile per cominciare a capire il domani.

Quindi un esercizio di previsione non potrà partire che:

- dalla popolazione e quindi dai caratteri dell'evoluzione demografica;
- dalla tecnologia e quindi dal tasso e dalla direzione del cambiamento tecnologico.

Ciascuno dei due fattori sembra infatti offrire l'opportunità di concentrare l'esercizio previsivo su campi di indagine sufficientemente ristretti e specifici, almeno apparentemente «neutrali» e quindi con un contenuto di obiettività tecnica e metodologica elevato, dai quali possono scaturire una vasta gamma di implicazioni circa i condizionamenti futuri che si ripercuoteranno sul resto del sistema sociale e economico.

Per una previsione attendibile degli anni ottanta sembra quindi necessario sottoporre a previsione un ristretto numero di «noccioli duri», altamente selettivi, come appunto la demografia e la tecnologia, dall'evoluzione dei quali possiamo e dobbiamo, in un esercizio che non potrà non essere a carattere collettivo, far discendere una serie di vincoli e condizionamenti posti all'evoluzione del resto del sistema economico e sociale.

Si configura così un esercizio *in più fasi* in cui di volta in volta vari livelli di azione sociale potranno confrontarsi con le implicazioni derivanti dalle previsioni circa l'evoluzione della demografia o della tecnologia.

In questo senso una previsione adeguata alle incertezze degli anni ottanta non può non essere altro che una *previsione adattiva e reattiva*.

Dalle risultanze delle due previsioni specifiche si potranno, infatti, trarre informazioni circa i

nuovi possibili ostacoli ed i nuovi possibili fattori dinamici a cui il sistema economico e sociale dovrà preoccuparsi di adattarsi e di reagire.

Si profila così il modello di azione sociale, cui la filosofia stessa di questo esercizio previsivo fa riferimento, di tipo comportamentale e policentrico.

Di fronte alla varietà dei comportamenti possibili da parte dei vari operatori sociali e delle interazioni che si possono stabilire, in quadro di elevata frammentazione istituzionale e di potere diffuso, offrire dei punti di riferimento sembra, infatti, l'unico contributo di previsione possibile.

Le previsioni demografiche

È sintomatico di un periodo di forte crisi ed incertezza, nella valutazione dei possibili trend evolutivi della società, fare riferimento ad una variabile così «semplice» come la demografia. In effetti da Malthus in poi è chiaro ad economisti, storici e sociologi, che il numero della popolazione è il primo se non il fondamentale prodotto storico e fattore condizionante di una epoca storica.

Consistenza, distribuzione temporale e territoriale, composizione della popolazione sono in realtà indicatori sensibili ed attendibili dell'evoluzione storica e sociale e al tempo stesso potenti fattori condizionanti dei successivi sviluppi. Se, quindi, da un lato il ricorso alla demografia come fattore di estrapolazione per analizzare i possibili trend di evoluzione appare in questo momento opportuno, non si deve dimenticare che la demografia è fondamentalmente un fattore dello sviluppo economico e che da fondamentali variazioni demografiche possono scaturire effetti a catena sui grandi aggregati economici e sociali che vanno analizzati ed esaminati. Su questa base sembra allora possibile propor-

re la demografia, come attendibile vettore di collegamento tra presente e futuro. Un vettore quantitativo, empiricamente definibile per antonomasia, ma al tempo stesso qualitativamente determinato (baby-boom e baby-stagnation sono, infatti, quanto di più sensibile si possa immaginare a variabili come qualità della vita, prospettive circa il futuro, aspettative, ecc.).

I passaggi sin qui delineati potrebbero essere sufficienti a mostrare come la demografia sia un indicatore attendibile di un futuro sistema di relazioni sociali ed economiche che può essere ricavato in seconda istanza.

Questa tecnica è stata applicata dai ricercatori della Fondazione all'offerta e alla domanda di lavoro con due differenti archi temporali: 1991 e 2001.

Da queste prime esperienze si può trarre un'ulteriore significativa conclusione, che è anche una ulteriore indicazione di metodo: un orientamento flessibile circa gli orizzonti spaziali e temporali, che possono essere diversi a seconda del settore indagato. Nell'indagine sulla domanda di lavoro l'orizzonte di dieci anni limitato a una regione (nel caso, il Piemonte) è risultato essere il più proficuo e il più interessante.

Presumibilmente l'applicazione di questa tecnica potrà essere estesa ad altri settori, per esempio alla sanità, all'assistenza, all'istruzione, tuttavia il punto metodologicamente rilevante è un altro.

Un esercizio futuribile, come questo, deve infatti consistere in due distinte operazioni: costruire lo scenario evolutivo del parametro prescelto; sottolineare oltre che individuare i punti di conflitto tra evoluzione prevista del parametro, in questo caso la demografia, ed il trend «normale» delle variabili dipendenti. Resta una terza operazione: individuare le aree di possibile

intervento dell'azione politica, sociale ed economica delle varie parti sociali.

È utile, e doveroso, tenerla distinta perché è certamente indispensabile, se si vuole usare i risultati della previsione, compierla ma è altrettanto possibile e utile che a compierla siano soggetti diversi rispetto a quelli che hanno eseguito la previsione: dovrebbero essere, infatti, le forze politiche e gli attori sociali, come meglio si dirà in un paragrafo successivo.

La previsione tecnologica

È opinione largamente condivisa che il fatto più rilevante di questo scorcio di secolo sia l'impatto rivoluzionario del cambiamento tecnologico sulle strutture economiche.

La forza di tale fenomeno sarebbe tale da potersi configurare come una vera e propria *terza grande ondata* nel processo di industrializzazione del mondo occidentale. Il carattere distintivo di questa ondata sarebbe per l'appunto il ruolo determinante che vi svolgono i fattori tecnologici e scientifici.

Il tema della previsione tecnologica ritorna così, dopo alcuni anni di oblio, al centro del dibattito sulle prospettive di evoluzione a medio e lungo termine dei nostri sistemi economici.

L'interesse nei confronti della previsione tecnologica sembra infatti ravvivato da una serie di accadimenti:

- a) la percezione di una vera e propria mutazione tecnologica in atto, capace di rivoluzionare modi di consumare e di produrre;
- b) la preoccupazione di quanti temono che la crisi economica possa nuocere al cambiamento tecnologico stesso, rallentando il tasso di introduzione di innovazioni;
- c) la preoccupazione, totalmente opposta, di chi teme che l'innovazione tecnologica possa

aggravare la crisi economica in atto. In questo senso l'interesse a conoscere le linee prospettiche della evoluzione della tecnologia nel corso dei prossimi 5-10 anni scaturisce dalla constatazione che innovazione, cambiamento tecnologico e sistema economico sono indissolubilmente collegati.

In questa prospettiva diventa determinante conoscere e prevedere il tasso e la direzione del cambiamento tecnologico per conoscere e prevedere gli effetti sul sistema economico.

Ecco quindi diventare oggetto di previsione, al tempo stesso tecnologica e socio-economica, argomenti come: le variazioni del tasso di introduzione delle innovazioni; le variazioni della direzione, ovvero della specifica natura tecnologica, del flusso di innovazioni introdotte; le variazioni dei connotati economici delle innovazioni introdotte in termini di intensità di capitale e lavoro; gli effetti delle innovazioni di cui si prevede l'introduzione sugli aspetti qualitativi e quantitativi della domanda di lavoro; gli effetti delle innovazioni di cui si prevede l'introduzione sulla distribuzione territoriale dell'attività economica; gli effetti delle innovazioni di cui si prevede l'introduzione sulla dimensione delle imprese, sulle natalità-mortalità delle imprese, sulla composizione settoriale dell'industria, sulla strategia delle imprese e quindi, in una parola, sulla struttura industriale; gli effetti delle innovazioni di cui si prevede l'introduzione sulle modalità di integrazione dell'economia italiana sui mercati internazionali; gli effetti delle innovazioni sulle figure professionali emergenti, nelle condizioni del sistema scolastico e dell'istruzione professionale, ecc.

Una previsione per l'azione sociale

Un esercizio di previsione per fattori fondato su

un modello di società policentrico e neo-liberale sembra particolarmente adeguato ai caratteri che il decennio in corso va assumendo. La percezione del cambiamento si è fatta al tempo stesso più rapida e più frammentata. I vari operatori sociali percepiscono il rapido evolversi delle realtà economiche e sociali in modo sempre più vario e differenziato. La condizione di incertezza dell'ambiente in cui ciascuno opera diventa così un fattore di disgregazione sociale oltre che in termini di interessi correnti anche rispetto alle prospettive e alle previsioni.

In questo contesto è necessario trovare alcuni punti di riferimento comuni, come appunto l'evoluzione della tecnologia e della demografia, sufficientemente oggettive, perché dal confronto tra gli operatori possa emergere una prospettiva comune di azione sociale.

È pertanto necessario che tali punti di riferimento possano articolarsi in più livelli di previsione e quindi in una molteplicità di livelli di azione sociale e politica.

Naturalmente una previsione per fattori come il cambiamento tecnologico e l'andamento demografico è determinante per una valutazione ed un confronto tra le parti sociali circa le tendenze del sistema economico italiano a livello aggregato. In questo senso essa sembra offrirsi come utile riferimento per l'analisi macroeconomica dell'evoluzione dell'intero sistema economico e sociale nazionale.

Un esercizio di previsione con questi caratteri sembra tuttavia prestarsi efficacemente anche ad altri livelli di utenza.

Una previsione per fattori potrebbe rivelarsi strumento estremamente fecondo nel quadro delle relazioni industriali.

Un confronto fra le parti sociali circa le previsioni del tasso, della direzione e degli effetti del

Microscopio elettronico
(foto ag. Grazia Neri)



cambiamento tecnologico, nonché dell'evoluzione demografica potrebbe offrire un'ampia gamma di elementi prospettici e previsivi, inducendo così ciascuna parte a graduare le proprie aspettative ed esigenze su un orizzonte operativo costruito partendo da dati comuni e con tecniche condivise.

Per un altro verso una previsione per fattori sembra offrire elementi di grande interesse e fecondità se applicata alla gestione dei sistemi locali e territoriali e quindi delle aree metropolitane, dei distretti industriali, dei bacini agricoli. Ancora una volta una previsione per fattori si propone innanzitutto come elemento di mobilitazione dal basso delle iniziative e delle responsabilità dei singoli operatori sociali integrati in una data realtà territoriale.

Il confronto tra le parti sociali nella costruzione di una previsione per fattori può infatti costituire un utile strumento di un modello di democrazia proiettata verso il futuro. La percezione del cambiamento tecnologico o dell'evoluzione demografica può variare fortemente a seconda del punto di osservazione e quindi a seconda che si tratti degli imprenditori, dei sindacati, delle forze politiche, delle autorità locali.

In sostanza, la metodologia della previsione per fattori sembra avere tutti i requisiti necessari per divenire uno strumento importante nella costruzione di un sistema di confronto, di relazioni e di partecipazione operativa di cui la società italiana, nel suo peculiare e storico polarismo, potrebbe avvalersi con esito positivo.

La nostra esperienza

Sulla base di queste analisi, la Fondazione Agnelli ha realizzato una prima esperienza di previsione per fattori: ha fatto un primo esercizio di previsione esaminando l'andamento del

mercato del lavoro in Italia al 1991 e al 2001 e un secondo prevedendo la direzione e i ritmi dell'innovazione tecnologica in Italia nei prossimi anni e gli effetti della medesima innovazione sul mercato del lavoro, sulla struttura industriale e sulla collocazione internazionale della nostra economia.

Le previsioni sul mercato del lavoro sono fondate sul fattore demografico e quindi sono state inquadrare all'interno delle previsioni demografiche prima mondiali e poi italiane.

La previsione tecnologica è stata realizzata attraverso un'indagine Delphi, una particolare tecnica che permette di interrogare un numero elevato di esperti, calcolando il loro consenso o dissenso rispetto alla evoluzione di un fenomeno.

I risultati più significativi dei due esercizi previsivi sono descritti nei paragrafi seguenti.

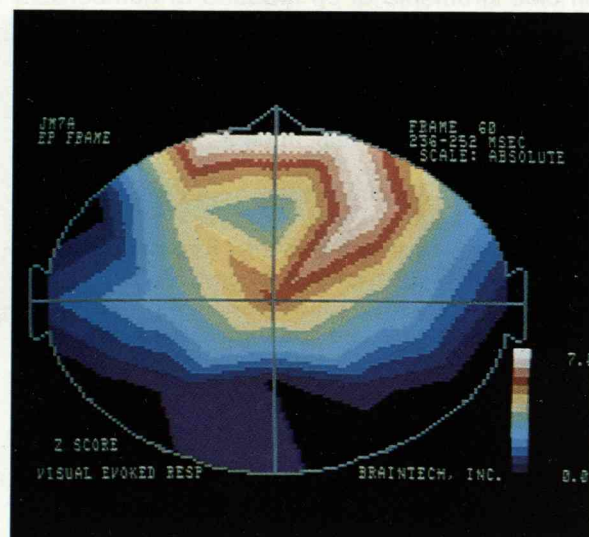
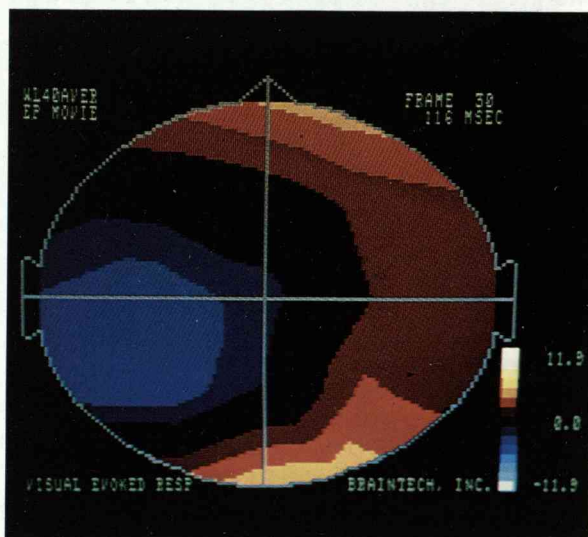
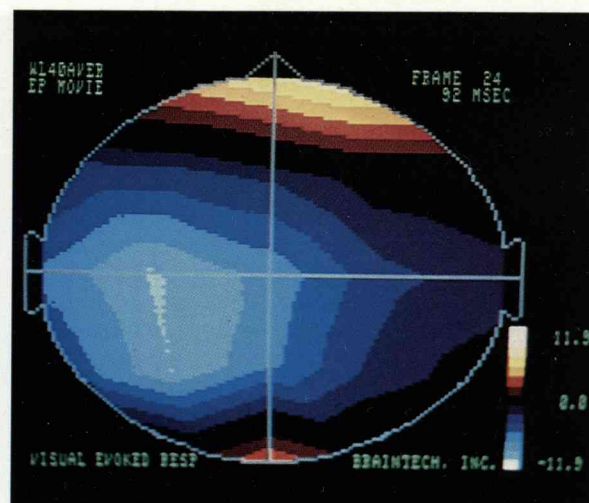
Merita mettere in evidenza fin d'ora la conclusione politicamente più importante: il nostro Paese ha un futuro organicamente integrato e parallelo a quello dell'Occidente, sia sotto il profilo demografico – diminuzione delle nascite fino ad una condizione di stabilità –, sia sotto il profilo tecnologico-capacità, ove si pongano in opera rapidamente alcune azioni di risposta, di cogliere le opportunità dell'onda tecnologica che ci investirà nei prossimi anni.

Il mercato del lavoro nel 1991-2001

La ricerca, «1991-2001 Demografia e mercato del lavoro in Italia e in Piemonte» ha per oggetto gli effetti dei mutamenti demografici sul mercato del lavoro da oggi al 2000.

Il declino della popolazione o il raggiungimento di uno stato demografico stazionario è ormai un fenomeno anche italiano. Nel nostro Paese la presenza di squilibri e di forti disparità re-

*Il computer per la diagnostica
medica del cervello*



gionali rendono tale fenomeno più acuto (importante in alcune regioni e zone territoriali e irrilevante in altre) ed il declino della popolazione avranno sulla struttura socio-economica italiana effetti disomogenei, in generale non ancora di fortissima intensità, ma localmente rilevanti ed influenti.

Anche in campo demografico l'esperienza italiana è, quindi, simile a quella degli altri Paesi europei. L'Italia, se pur presenta un leggero sfasamento temporale, si adegua ai caratteri generali del quadro europeo: diminuzione dei tassi di natalità, invecchiamento della popolazione e incremento generale dei tassi di mortalità, andamenti fluttuanti delle nascite. Lo studio «Conference Board in Europe» e quelli promossi dal Consiglio d'Europa – solo per citarne alcuni – oltre a confermare queste linee di tendenza, richiamano l'attenzione sugli effetti economici e sociali della trasformazione della struttura e della dimensione delle popolazioni europee. Il declino delle nascite riduce la numerosità delle famiglie e accresce la disponibilità e la partecipazione delle donne al mercato del lavoro. Una maggiore presenza degli anziani pone il problema di come finanziare l'onere – in termini di servizi sociali, sanitari e pensionistici – di un rapporto anziani-popolazione attiva più elevato. Le fluttuazioni dei tassi di natalità liberano ondate successive di generazioni eccedenti il «trend» storico e ciò a sua volta influisce sul livello della disoccupazione.

La fluttuazione delle nascite

Avvicinandosi ad una situazione di stato demografico stazionario crescono le probabilità di ulteriori fluttuazioni dei tassi di natalità.

Il grosso aumento delle nascite che si verificò in Italia negli anni sessanta è un esempio di come

forti fluttuazioni nella fecondità possano creare condizioni particolari sull'offerta di lavoro quando i nati avranno raggiunto l'età lavorativa. Utilizzando le serie storiche delle nascite e le previsioni ISTAT al 2001 si è cercato di definire quantitativamente l'oscillazione degli ultimi decenni. Rispetto al «trend» storico che va dagli anni trenta al 2000, tra il 1959 ed il 1976 ci sono state circa un milione e settecentomila nascite *in più*. Dal 1977 al 2001 è prevedibile, invece, un milione di nati *sotto* la linea del «trend». Nell'un caso e nell'altro è lecito attendersi, con il dovuto ritardo, un inasprimento ed un successivo alleggerimento della pressione di origine demografica esercitata sul mercato del lavoro.

La generazione eccedente

Un caso di generazione «eccedente» è costituito proprio da quel milione e settecentomila nascite in più registrate negli anni sessanta e nei primi anni settanta. Se confrontiamo la situazione esistente al 1981 con quella prevista al 2001 si può notare come la generazione eccedente si «muova» attraverso le varie classi di età. È una generazione che è densa ora – al momento del suo ingresso sul mercato del lavoro – e lo sarà per tutto l'arco della sua esistenza.

Sempre sarà sovradimensionata rispetto alle generazioni precedenti. Oggi abbiamo molti ventenni, avremo domani molti trentenni, poi quarantenni, eccetera...

Alle generazioni nate dopo la prima metà degli anni settanta si porranno problematiche diverse. Queste generazioni saranno sottodimensionate rispetto a quella eccedente. La «abbondanza» di servizi scolastici e delle relative infrastrutture ne è un esempio.

Termografia del corpo umano
(foto ag. Grazia Neri)



L'offerta di lavoro al 1991

Sulla base delle proiezioni dell'ISTAT si è cercato di approfondire l'analisi del mercato del lavoro stimando l'offerta di lavoro – a tassi di attività costanti – per il 1991 (si ricorda al lettore che per offerta di lavoro si intendono i lavoratori che si offrono di lavorare; per domanda di lavoro le richieste delle imprese di lavoratori). In via generale si può dire che a parità di tassi di attività, l'aumento della forza lavoro tra il 1980 e il 1991 è pari al 5%, ossia dell'ordine di circa un milione e centomila unità. Tuttavia questo dato medio nasconde una forte diversità spaziale. Si possono infatti separare tre raggruppamenti regionali: nell'Italia meridionale la forza lavoro aumenta di oltre il 10%, nell'Italia centrale e nord-orientale l'incremento è tra il due e tre per cento e nell'Italia nord-occidentale oscilla tra valori molto bassi (0,7 e 1,8%).

Il confronto tra Sud e resto dell'Italia appare, dunque, preoccupante. Al 1991 l'Italia meridionale mostra una offerta aggiuntiva di lavoro pari a circa un milione di unità contro valori delle altre ripartizioni geografiche compresi tra le 40 e le 80 mila unità. In particolare, riguardo alla classe di età compresa tra i 30 e i 59 anni il contrasto nord-sud è sconcertante: ad una sovrabbondanza di 350 mila unità al sud si contrappone una carenza di forza lavoro di poco più di trecentomila unità nel resto dell'Italia. La classe di età più giovane, invece (14-19 anni), mostra una carenza di offerta di lavoro nazionale pari a circa 150 mila unità, il che rappresenta un effetto non negativo dato l'alto tasso di disoccupazione giovanile.

Date le tendenze appena enunciate occorrerebbero circa 2 milioni e 800 mila posti di lavoro per coprire la nuova offerta di lavoro al 1991 più gli attuali disoccupati. In dieci anni i posti di

lavoro dovrebbero aumentare del 13,7%: si tratta di un aumento circa doppio di quello realizzato nel corso degli anni settanta. Però ancora una volta le differenze regionali indicano che gran parte dello svantaggio ricade sulle regioni meridionali – quelle in cui la pressione demografica è ancora molto alta anche nel prossimo decennio.

La presenza di questi forti squilibri nord-sud riproporrà l'alternativa tra l'emigrazione al nord e/o la localizzazione o rilocalizzazione delle industrie e dei servizi al sud.

Una tipologia regionale per le opzioni di politica economica

La situazione «media» italiana offre risultati e spunti interessanti che hanno un chiaro significato conoscitivo, ma che sono deboli se si rapportano alle scelte di politica economica necessarie per dare un assetto migliore, più ordinato e stabile al mercato del lavoro.

Articolare l'analisi a livello locale è sembrata dunque una necessità non eludibile. Si è proceduto in prima approssimazione ad un'analisi delle prospettive dell'offerta di lavoro in quattro regioni: Piemonte, Veneto, Marche e Calabria. Ne emerge una possibile tipologia, ancora incompleta ma che coglie le diverse facce del caso italiano. Per le regioni simili al Piemonte il saldo tra offerta di lavoro al 1980 e al 1991 è sensibilmente negativo. Una situazione di sostanziale piena occupazione potrebbe essere raggiunta con un aumento contenuto dei posti di lavoro. Non è da escludersi una ripresa dei flussi immigratori. Per regioni simili al Veneto – caratterizzate da una notevole stabilità e da una forte componente di lavoratori «scoraggiati» (persone che statisticamente non rientrano nella forza lavoro ma che lavorerebbero ove

trovassero un ambiente più favorevole e più facile, ad esempio le casalinghe) – la situazione dovrebbe migliorare senza per altro raggiungere la soglia della domanda di immigrazione. Regioni simili alle Marche si trovano in una condizione intermedia rispetto al Piemonte e al Veneto. In esse è forte la presenza di lavoratori scoraggiati, ma anche di forza lavoro anziana. Per le regioni simili alla Calabria si ha una situazione praticamente opposta a quella piemontese. I disoccupati aumentano e in generale peggiora la condizione di chi è sul mercato del lavoro. Secondo i calcoli – a tassi di attività costanti – la piena occupazione richiederebbe un aumento di quasi il 50% della domanda di lavoro. Inoltre mentre in Piemonte i nuovi posti di lavoro potranno essere indirizzati alla offerta di lavoro femminile e ai giovani, in Calabria gli eventuali posti di lavoro dovranno ancora essere indirizzati ai maschi delle classi centrali di età.

L'offerta di lavoro al 2000

Al 2000, le linee di tendenza individuate nel prossimo decennio, assumeranno connotati più netti. L'effetto dell'evoluzione demografica sarà ancora presente e contribuirà a rendere più leggera la pressione sul mercato del lavoro dal lato dell'offerta. Continuerà anche nell'ultimo decennio del secolo il «viaggio» della «generazione eccedente» – ossia di coloro i quali, nati tra il 1960 e la prima metà degli anni settanta, appartengono ad una generazione «densa», e sovradimensionata rispetto al «trend» storico italiano.

Nel corso del decennio 1991-2000, l'offerta di lavoro sarà quantitativamente più debole e ci va nella direzione di una minore tensione sul mercato del lavoro. Nell'insieme gli effetti de-

mografici non saranno di entità macroscopica, ma potranno essere drammatici in alcuni casi, come la Calabria ed invece più praticabili in altri, come, per esempio, in Piemonte.

Il caso Piemonte

Con riferimento al solo Piemonte, è stato effettuato un approfondimento volto a valutare la situazione sul mercato del lavoro al 1991 (con alcune osservazioni relative al 2000), sulla base delle stesse ipotesi demografiche e relative ai tassi di attività utilizzate a livello nazionale, ma in più con l'esplicita considerazione di possibili scenari relativi alla domanda di lavoro.

Il punto di partenza di queste elaborazioni sono le previsioni demografiche regionali ISTAT.

Rispetto al 1980, la popolazione piemontese al 1990 dovrebbe ridursi di qualche punto percentuale, e subire un certo processo di invecchiamento, la popolazione fino a 29 anni dovrebbe passare dal 38 al 35% del totale, quella oltre i 60 dal 20,5% al 23%. In questa sede, tuttavia, è più interessante la variazione della popolazione in età lavorativa, cioè convenzionalmente nell'età 14-59. La quota dovrebbe passare dal 62,2% al 64%. Tale leggero aumento corrisponde tuttavia a una sostanziale parità in cifra assoluta (nei calcoli si ha una perdita di 35.000 unità, nell'ordine dell'1%).

Supponendo costanti i tassi specifici di attività, ciò corrisponde a una riduzione di circa il 2% della offerta di forza lavoro.

Mentre rinvio per informazioni più dettagliate alla ricerca, è utile precisare che per il Piemonte si sono costruiti quattro scenari con differenti tassi di andamento economico.

Sintetizzando i risultati, possiamo ritenere che per il decennio 1980-1990 l'ipotesi di andamenti non lontani dai livelli occupazionali attuali (che

corrispondono, dato l'aumento della produttività, a un sensibile aumento della produzione) può essere ritenuta valida e determinare la creazione di tensioni sul mercato del lavoro non troppo forti. Nel caso però di una ripresa o di una recessione prolungate si avrebbero invece problemi piuttosto seri, e ovviamente di segno opposto: carenza di manodopera nel caso di ripresa, ulteriore disoccupazione in quello di recessione. In entrambi questi casi, il Piemonte non potrebbe essere analizzato isolatamente dal resto d'Italia, soprattutto per quanto riguarda la struttura del mercato del lavoro e l'andamento dei flussi migratori ma comunque, come si è già detto, l'andamento demografico, e quindi occupazionale, del Piemonte, sarà sostanzialmente *diverso* da quello meridionale.

Il Piemonte verso il 2000

Negli anni novanta le tensioni sul mercato del lavoro dovrebbero ridursi. Lo sviluppo del terziario, e la stazionarietà dell'industria, soprattutto a causa dell'aumento della produttività, dovrebbero determinare un sensibile calo della domanda di lavoro, che almeno dal punto di vista quantitativo potrebbe essere coerente con il calo dell'offerta.

Anche il problema dell'attività femminile potrebbe essere ridimensionato negli anni novanta, grazie al calo demografico e alla richiesta di maggior qualificazione.

La qualità della forza lavoro offerta dovrà però subire notevoli modifiche intorno al 1990, e soprattutto al 2000, per accompagnare lo sviluppo del terziario e lo sviluppo tecnologico dell'industria.

Non è presumibile che la disoccupazione intellettuale (nel senso ridotto di occupazione in mansioni inadeguate) possa essere riassorbita

al 1990, anche se la situazione dovrebbe migliorare, a meno che non si realizzino situazioni di rapida e prolungata espansione. Nel decennio successivo, viceversa, questi problemi potrebbero avere segno opposto, o almeno essere avviati a soluzione; non solo per l'espansione della domanda di manodopera qualificata, ma anche per la riduzione drastica della popolazione in età giovanile. È evidente però che la maggior qualificazione richiesta corrisponderà anche alla necessità di un maggior ventaglio di qualificazioni; un possibile ritardo nell'evoluzione di un sistema di qualificazione, e forse soprattutto di riqualificazione, adeguato alla domanda, potrebbe determinare strozzature anche molto gravi. Conclusione, quest'ultima, ampiamente confermata dall'indagine Delphi.

L'indagine Delphi sull'onda tecnologica in Italia

Sono qui presentate le principali conclusioni emerse dall'indagine Delphi della Fondazione. I principali risultati dell'indagine sono organizzati, sia per chiarezza espositiva sia per la logica interna della ricerca intorno a due grandi temi:

- a) la direzione ed il ritmo del cambiamento tecnologico in corso;
- b) gli effetti del cambiamento tecnologico sul mercato del lavoro, sulla struttura industriale, sul sistema economico.

Introduzione più rapida di innovazioni

I risultati relativi alle analisi della percezione della direzione e della velocità del cambiamento tecnologico in atto indicano, con chiarezza e forte omogeneità, che tra gli operatori interessati è diffusa l'opinione che il cambiamento tecnologico in atto sia particolarmente intenso, con ritmi di introduzione e diffusione delle innova-

zioni molto elevati e comunque più rapidi di quelli sperimentati nel corso degli anni sessanta.

Nel cambiamento tecnologico in atto giocherebbero un ruolo influente innovazioni di carattere rivoluzionario, prevalentemente di processo, piuttosto che di prodotto, suscettibili di avviare processi di diffusione interindustriale molto capillari.

A differenza della situazione sperimentata nel corso degli anni sessanta, una forte pressione tecnologica viene percepita tra i fattori all'origine del cambiamento tecnologico, mentre la spinta della domanda sembra giocare un ruolo secondario. Sembra cioè che pressione tecnologica e concorrenza tra imprese abbiano interagito e concorso a determinare nel corso degli anni settanta una vera e propria svolta nei caratteri del cambiamento tecnologico destinata a caratterizzare tutti gli anni ottanta.

In generale emerge la convinzione che il cambiamento tecnologico abbia effettivamente attraversato, nel corso degli anni settanta – e per quanto riguarda i ritmi di introduzione e diffusione delle innovazioni, e per le caratteristiche economiche delle innovazioni stesse – una fase di discontinuità assumendo un diverso assetto di fondo, con il quale il sistema economico e sociale dovrà misurarsi.

L'84% delle risposte concorda con l'ipotesi che anche i tassi di diffusione delle innovazioni, oltre che la loro introduzione, siano sensibilmente aumentati nel corso degli anni settanta.

La velocità di diffusione delle innovazioni sembra destinata, secondo il 79% delle risposte, ad aumentare *ulteriormente* nel decennio in corso. Passando all'esame della direzione del cambiamento tecnologico in atto, così come è percepita dal campione intervistato, si vede come una

larga maggioranza delle opinioni ne sottolinei la novità rispetto a precedenti fasi di innovazione tecnologica. In primo luogo il 23% delle risposte attribuisce un ruolo decisivo alle innovazioni rivoluzionarie nella definizione dell'attuale cambiamento tecnologico.

Il 70% preferisce parlare di un ruolo influente. Ciò non significa certamente che non vi saranno innovazioni rivoluzionarie, ma che il carattere «all'epoca» sarà dato dalle tecnologie già conosciute e dalla loro sempre più diffusa applicazione: le innovazioni nel prodotto resteranno importanti, ma fondamentali saranno le novità introdotte nei processi produttivi.

Tecnologie avanzate e tradizionali

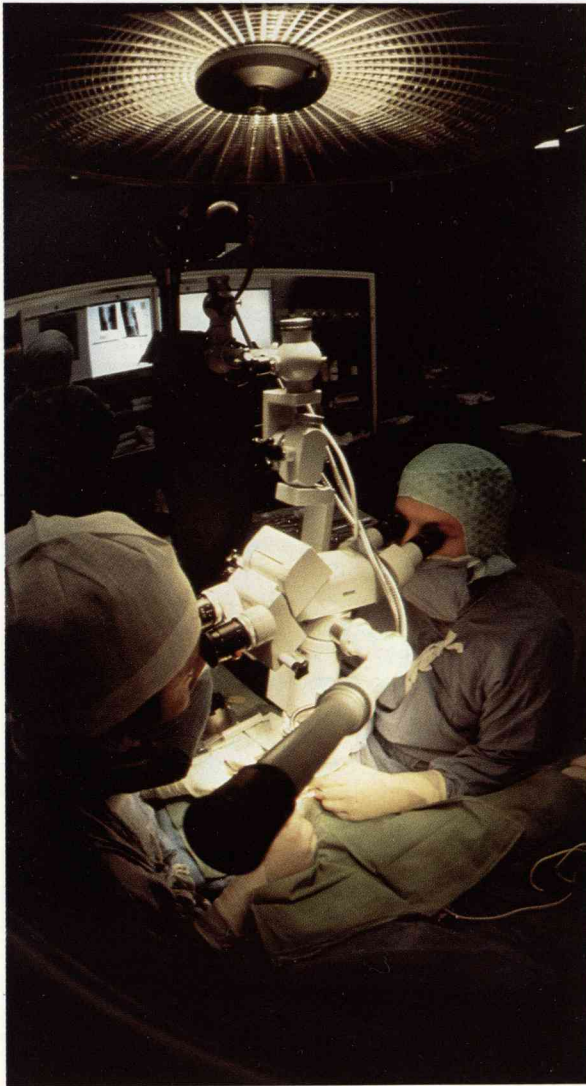
Il giapponese Masanori Moritani parla, in proposito, di innovazioni attraverso la tecnologia e ci sembra una terminologia adeguata a spiegare la caratteristica principale del processo innovativo dei prossimi anni.

E infatti l'82% degli intervistati si attende importanti innovazioni di processo mentre il 93% crede in una forte diffusione orizzontale, soprattutto a causa del progressivo diffondersi delle applicazioni dell'elettronica.

C'è forte consenso intorno al fatto che l'attuale carattere del cambiamento tecnologico, con una maggiore rilevanza della diffusione delle innovazioni, rimarrà immutato nel corso degli anni ottanta e anzi si prevedono ulteriori aumenti dei tassi di penetrazione delle innovazioni nel tessuto economico e industriale. Inoltre, la maggior parte delle risposte considera che il cambiamento tecnologico in atto sia ben lungi dall'aver ancora dispiegato tutti i suoi effetti.

Viene concordemente individuata, a cavallo tra la fine degli anni settanta e l'inizio degli anni ottanta, una fase di accelerata pressione tecno-

*Un'operazione chirurgica eseguita
al microscopio; microonde per la
cura dei tumori*
(foto Scienza 2000)



logica, legata alla maturazione economica di importanti invenzioni che avrebbero messo in moto nuovi percorsi tecnologici. L'elettronica, le tecnologie mediche e la biotecnologia vengono definite importanti aree di opportunità tecnologiche.

Anche l'azione di propagazione orizzontale della tecnologia viene percepita con chiarezza. La fusione tra tecnologia moderna e tecnologia tradizionale e il conseguente rilancio di quest'ultima, correntemente definita convergenza tecnologica, viene individuato da numerose risposte come un processo in corso. La meccanica, le telecomunicazioni e anche il tessile, vengono individuati come settori in cui le convergenze tecnologiche sono in atto. L'elettronica appare in generale la tecnologia più feconda di convergenze.

Gli effetti del cambiamento tecnologico

Se queste sono le caratteristiche principali del cambiamento tecnologico in corso, possiamo chiederci quale potrà essere l'impatto sulla realtà italiana.

Il quadro generale che emerge dalle risposte sembra ispirato da una filosofia di fondo che considera l'Italia un paese fortemente adattivo, con capacità quindi metateconomiche di assorbire e dirigere il cambiamento tecnologico in atto.

Un dato di partenza estremamente significativo, nell'analisi della percezione degli effetti del cambiamento tecnologico sull'economia italiana, emerge dai risultati delle domande relative alle caratteristiche economiche del cambiamento tecnologico in atto.

Il cambiamento tecnologico è percepito, infatti, come un fattore di radicale mutamento nell'attuale assetto della struttura produttiva e dell'or-

ganizzazione dell'attività economica, fattore che privilegerà unità produttive minori e decentrate territorialmente, ma integrate in una struttura di servizi ad alta intensità di capitale, fortemente accentrati.

Più in dettaglio, si può vedere che il cambiamento tecnologico avrà importanti effetti sulle funzioni produttive.

Per il 58% delle risposte il cambiamento tecnologico in atto ha prevalenti effetti di risparmio di forza lavoro, per il 35% effetti di risparmio di materie prime e consumi energetici, per il 7% effetti di risparmio di capitale, per nessuno effetti di accrescimento del fattore lavoro.

Tali caratteri economici del cambiamento tecnologico in atto sembrano destinati a mantenersi nel corso degli anni ottanta. In particolare, gli effetti di risparmio della forza lavoro dovrebbero prolungarsi per il 54% degli intervistati, gli effetti di risparmio di materie prime e di consumi energetici per il 39%, gli effetti di risparmio di capitale per il 5%. Mentre nessun consenso ottiene l'ipotesi di effetti di accrescimento del fattore lavoro nel corso degli anni ottanta.

Dal cambiamento tecnologico in atto quindi gli operatori intervistati sembrano attendersi prevalentemente una modificazione sensibile delle condizioni del mercato del lavoro e un miglioramento delle condizioni operative delle imprese, soprattutto in termini di produttività e di livelli di profitto.

Sembra che la connotazione di fondo delle opinioni degli operatori intervistati, circa gli effetti del cambiamento tecnologico in atto, sia una sorta di ambivalenza con una combinazione di elementi di pessimismo e ottimismo. Rivelatrice di questa ambivalenza o incertezza, la debole maggioranza (54%) raggiunta dagli ottimisti, contro il 46% dei pessimisti nella domanda se si

*Esperimenti di aerodinamicità
nella galleria del vento
(foto NASA)*



ritenesse il cambiamento tecnologico in atto in accordo o in contrasto con i caratteri dell'economia italiana.

L'onda tecnologica e il mercato del lavoro

L'incertezza di fondo è evidente poi nell'analisi degli effetti del cambiamento tecnologico sul mercato del lavoro. Per il 60% degli intervistati il cambiamento tecnologico comporterà un declino dell'occupazione, per il 27% stabilità e per il 13% un aumento.

Con pari forza si manifesta, tuttavia, l'opinione che le innovazioni in corso di introduzione siano fortemente intensive di manodopera qualificata. Si profila così un'alternativa tra occupazione di manodopera generica in forte declino e occupazione di manodopera qualificata in espansione.

Generale e molto forte è, infatti, il consenso, pari al 98% delle risposte, intorno al forte innalzamento del livello qualitativo della forza lavoro richiesta. La domanda di lavoro delle imprese infatti subirà delle contrazioni, ma aumenterà sensibilmente per quanto riguarda il personale specializzato.

Nuove figure professionali emergeranno specialmente nelle attività di controllo, supervisione e riparazione degli impianti automatizzati. Secondo numerose risposte, l'organizzazione del lavoro tenderà a farsi più flessibile, con l'introduzione del part-time (che viene indicato con insistenza), isole, gruppi di lavoro autonomo. Particolarmente significativo sarà l'impatto delle innovazioni nei lavori burocratici e in generale negli uffici dove sono previsti forti incrementi della produttività.

In sintesi sembra che l'occupazione subirà una significativa evoluzione qualitativa oltre che una riduzione quantitativa.

La diffusione delle imprese sul territorio

Il Delphi ha preso in esame anche il problema della localizzazione delle imprese; per l'89% degli intervistati, il cambiamento tecnologico in atto avrebbe caratteri tali da favorire un decentramento regionale delle attività produttive. Per il 91% dei suffragi le nuove tecnologie favoriranno la localizzazione diffusiva di piccole imprese, in aree periferiche, pur in presenza, per oltre il 70% degli intervistati, di un aumento dei vincoli localizzativi con particolare riferimento all'offerta di lavoro qualificato e alla disponibilità di infrastrutture materiali e immateriali (telecomunicazioni, centri di ricerca, ecc.).

Nel complesso, sembra tuttavia che l'intero paese beneficerà dei cambiamenti nella distribuzione regionale dell'attività produttiva.

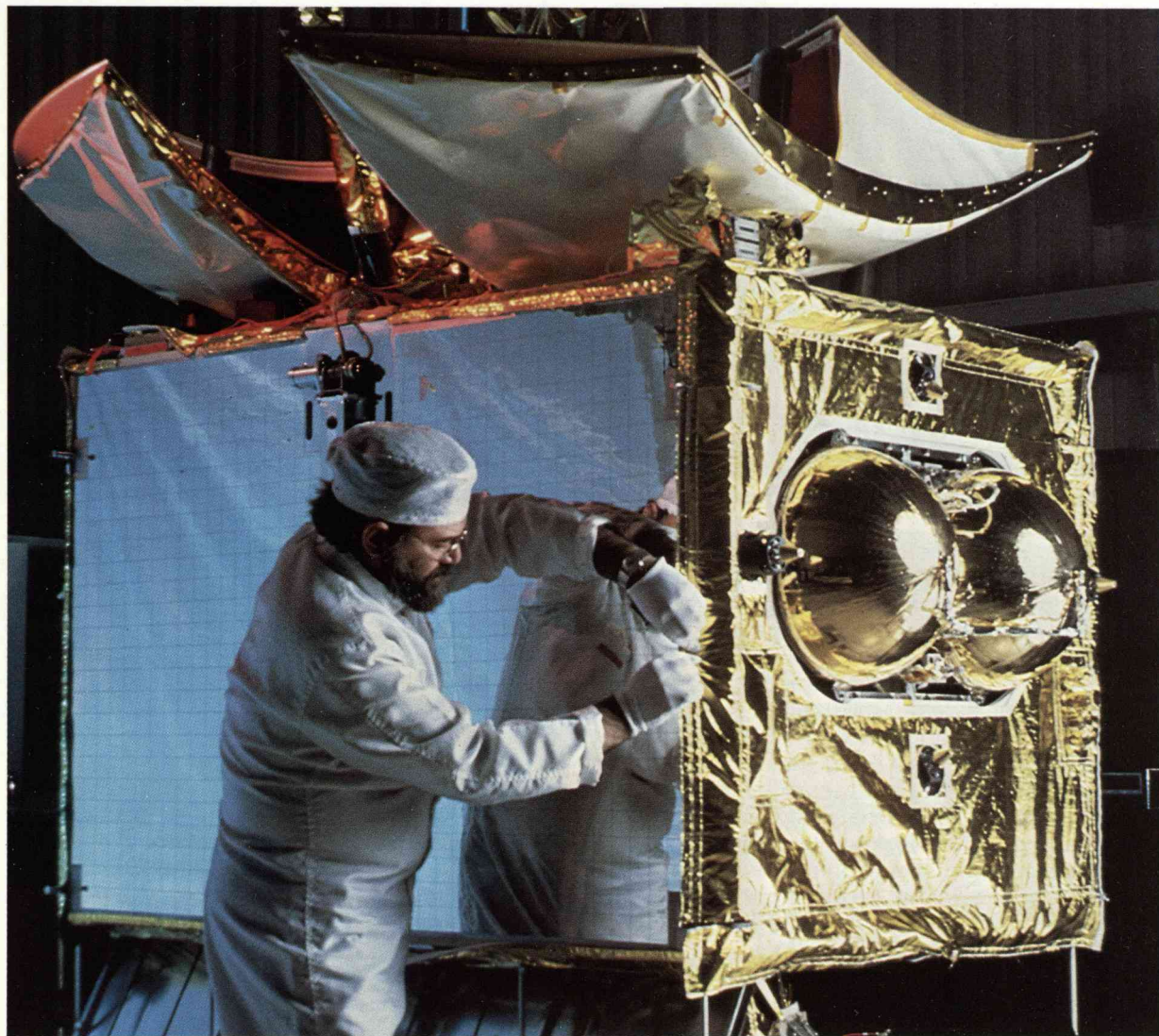
Dall'analisi disaggregata degli effetti del cambiamento tecnologico in atto, vediamo che avvantaggiata è l'Italia centrale e nord-orientale con il 90% di previsioni di vantaggio contro un 10% di danno. In merito al triangolo industriale si ha il 61% di previsioni di vantaggio contro un 39% di danno. Infine, in riferimento al Mezzogiorno si ha una sostanziale incertezza di opinioni, visto che il 58% degli intervistati prevede che ne possa trarre vantaggio contro un 42% di previsioni di danno.

Gli effetti sulle dimensioni delle imprese

Per quanto riguarda gli effetti del cambiamento tecnologico in atto sulla dimensione delle imprese, emerge una netta maggioranza che condivide ipotesi largamente favorevoli alle piccole dimensioni.

L'84% dei suffragi classifica le innovazioni in corso di introduzione come innovazioni centrifughe, ovvero come innovazioni che favoriscono una diminuzione delle dimensioni medie del-

Satellite artificiale della RCA
(foto RCA)



le imprese, mentre il 73% delle risposte condivide l'ipotesi che il cambiamento tecnologico in atto favorirà la natalità di nuove piccole imprese.

Il 95% delle risposte condivide anche l'ipotesi che il cambiamento tecnologico favorirà una diminuzione delle dimensioni delle unità produttive e degli impianti. Per quanto riguarda poi la lunghezza dei cicli produttivi gestiti all'interno di una stessa impresa e quindi il grado di integrazione verticale, si vede che per il 70% dei suffragi il cambiamento tecnologico in atto si tradurrà in spinte verso una deverticalizzazione dei processi produttivi.

In generale emerge il quadro di una struttura produttiva avviata verso un processo di generale disintegrazione, il cui risultato finale sarebbe un insieme di piccole imprese ottimali altamente specializzate e territorialmente diffuse.

Aspettative di benefici

Passando dall'analisi dei cambiamenti di strategie indotte nelle imprese dal cambiamento tecnologico all'esame degli andamenti, sembra che il sistema delle imprese italiane, nel suo complesso, dovrebbe trarre sostanziali benefici dall'introduzione delle innovazioni. Per il 70% degli intervistati l'introduzione delle innovazioni comporterà un aumento della profittabilità e solo per il 3% si configura l'ipotesi di un suo declino, mentre il 27% trova più attendibile una prospettiva di stabilità. Addirittura il 92% degli intervistati poi condivide l'opinione che il cambiamento tecnologico in atto comporterà un aumento della produttività e solo l'8% sposa l'opinione contraria di un declino.

Infine il 94% delle opinioni condivide l'ipotesi che il cambiamento tecnologico in atto possa contribuire ad avviare processi di ridistribuzio-

ne dell'occupazione all'interno dell'economia italiana, dall'industria manifatturiera al terziario.

Alcune conclusioni del Delphi

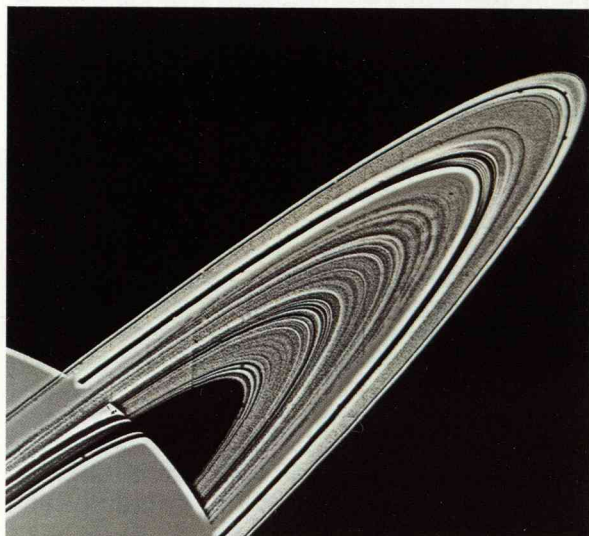
L'indicazione di fondo che emerge da questo esercizio di previsione tecnologica è quello di un sistema economico soggetto ad una forte pressione, chiaramente percepita come un fattore esterno, destabilizzante e destrutturante. Questa situazione genera alcune conclusioni evidenti:

- a) l'incertezza nel mondo degli affari appare in forte aumento; le decisioni sono più difficili, i rischi sono molto aumentati.
Il mestiere di «prendere le decisioni», a causa del rapido cambiamento tecnologico, è più impegnativo;
- b) maggiori e crescenti sono i requisiti di *mobilità* e *flessibilità* che diventano necessari per gestire la fase di transizione verso un nuovo assetto produttivo;
- c) il sistema economico italiano sembra avere le risorse di elasticità e flessibilità necessarie per assorbire i contraccolpi della nuova ondata di cambiamento tecnologico;
- d) al tempo stesso il sistema economico italiano appare gravemente in ritardo e seriamente minacciato rispetto alle grandi opzioni tecnologiche e alle connesse scelte produttive e operative cui un sistema industriale avanzato non può sottrarsi pena il suo declino economico e sociale.

Gli effetti dell'onda tecnologica sulla gente comune

I risultati del Delphi danno utili indicazioni sulla situazione italiana dei prossimi anni e sugli effetti che potrà avere nel nostro Paese l'arrivo

*La sala di controllo della missione
Voyager al Jet Propulsion
Laboratory di Pasadena e le foto
di Saturno
(foto NASA e ag. Grazia Neri)*



dell'onda tecnologica e ulteriori elementi di riflessione possono essere tratti dalla lettura degli articoli che seguono in questo volume, dedicati alle singole tecnologie.

Gli effetti dell'onda tecnologica sulla gente comune sono, così pienamente comprensibili ove si rifletta sulla diffusione capillare del mutamento tecnologico.

Importanti novità si avranno infatti non solo nei processi produttivi ma anche nei modi con cui saranno fatti i singoli beni. L'automobile si arricchirà di strumentazioni elettroniche: avrà le stesse funzioni della vecchia Balilla ma nello stesso tempo sarà molto diversa.

L'utente si abituerà presto alla nuova automobile, alle comodità, alla maggior sicurezza, al minor costo di esercizio, perché dovrà mutare solo in piccola parte il suo stile di guida. Eppure l'introduzione dell'elettronica nell'auto avrà importanti conseguenze, per esempio, per le decine di migliaia di officine che curano la manutenzione: il titolare dell'officina all'angolo della nostra via non sarà più un meccanico ma un meccatronico! Così la meccatronica, l'unione della meccanica e dell'elettronica, cesserà di essere un oscuro e sofisticato neologismo di saggi specializzati per diventare insegna luminosa e biglietto da visita.

Ancor più generalizzato sarà il mutamento che deriverà dalla diffusione delle tecnologie di comunicazione. Come la diffusione dell'automobile ha salvaguardato la possibilità di spostarsi secondo i bisogni e desideri personali, così le nuove reti di comunicazione ci permetteranno un uso personalizzato delle informazioni.

I collegamenti televisivi e telefonici si moltiplicheranno e ciascuno potrà scegliere se utilizzare un servizio pubblico, una banca dati privata, un canale televisivo italiano o straniero. I rischi

della massificazione e dell'indottrinamento monoculturale sembrano, già oggi, lontani nel tempo, ma ancor più lo saranno quando queste tecnologie saranno pienamente diffuse e applicate. E queste muteranno i nostri stili di vita: non in modo rivoluzionario, ma sensibile, così come si sta già verificando in questi anni che viviamo.

Questi tre livelli di cambiamento, nel modo di fare le «cose», nei contenuti delle «cose» e quindi nella loro manutenzione, nella fruizione si verificheranno contestualmente e tutti insieme influenzeranno la nostra vita: è probabile che facciano massa critica e che il loro impatto sia più forte di quanto non sarebbe se si verificassero uno per volta.

Per tornare all'esempio dell'auto il cambiamento influenzerà chi lavorerà a Mirafiori, chi farà la manutenzione a Verona, chi guiderà in Sicilia, e la stessa persona, negli stessi giorni, dovrà imparare e abituarsi a usare le novità della comunicazione. E sono solo due esempi di aree tecnologiche in mutamento, ve ne sono molte altre che influenzeranno la nostra vita quotidiana. La fisionomia degli uffici muterà completamente: scompariranno le carte e le voluminose cartelle in cui sono racchiuse le corrispondenze, e quindi gli armadi e i classificatori e compariranno monitor colorati e leggere consolle attraverso i quali l'impiegato entrerà in comunicazione con un calcolatore che gli assicurerà tutta l'informazione necessaria e che attenderà di riceverne ancora, mentre un impianto di comunicazione interna permetterà di parlare contemporaneamente con cinque, dieci colleghi.

In un futuro appena più lontano lo stesso impiegato non batterà sui tasti ma detterà alla macchina per scrivere, non userà la tastiera alfanumerica della consolle ma parlerà direttamen-

te con il calcolatore che gli gestirà l'archivio dei clienti piuttosto che l'elenco dei fornitori, il calendario degli appuntamenti della settimana seguente o le prenotazioni alberghiere e gli orari del prossimo viaggio.

Questi e molti altri cambiamenti nel lavoro di ufficio influenzeranno milioni di persone: essi sono già in atto e nei prossimi anni diventeranno più veloci e così diffusi e usuali che l'abbondanza di carta e di appunti, di lettere, di cartelle, schede e classificatori ci sembreranno lontani quanto oggi il calamaio e le bottigliette di inchiostro che abbiamo utilizzato fino all'immediato dopoguerra.

La nostra vita quotidiana sarà coinvolta nel mutamento anche in altri aspetti essenziali, a cominciare dalla salute. Elettrocardiogrammi e diagnosi a distanza, dialisi a domicilio, nuovi farmaci e nuove tecniche di sostituzione di organi: il capitolo dedicato alle nuove tecnologie che segue illustra bene questo ampio ventaglio di novità che toccherà la vita quotidiana.

Vale la pena di insistere su questo aspetto: l'influenza sulla vita quotidiana. Infatti la caratteristica della prossima onda tecnologica sarà quella di essere incorporata e distribuita in produzioni di massa: *a basso costo, per un consumo quotidiano da parte di chiunque.*

Tecnologia facile nell'uso e a basso costo

Facile nell'uso e a basso costo: questo il segreto del successo del rapido diffondersi dell'innovazione.

La facilità nell'uso e i costi contenuti fanno già parlare qualcuno, come il giapponese Masanori Moritani dell'inizio della «popolarizzazione» della tecnologia.

Se in altre epoche come nei recenti anni qua-

ranta, le innovazioni tecnologiche erano basate su nuove scoperte scientifiche (nylon, aeroplano a reazione, televisione, computer, antibiotici, reazione nucleare) oggi, scrive Masanori Moritani, è molto frequente l'innovazione «attraverso» la tecnologia, e cioè attraverso la scoperta di nuove applicazioni di tecnologie già conosciute.

Nel prossimo futuro un numero sempre più grande di ingegneri sarà adibito a scoprire nuove applicazioni pratiche della tecnologia, soprattutto elettronica.

Le tecnologie di base, essenziali e fondamentali – e infatti Futurama ha dedicato loro un'apposita sezione – implicano uno sforzo intellettuale per la loro comprensione: restano comunque «cose» per specialisti, mirabili per ciò che permettono di fare, ma estranee alla normalità della vita quotidiana. Così in parte anche le tecnologie dello spazio: eccezionali, ma destinate ancora per lungo tempo a restare esperienze di pochi. Si faranno grandi progressi nei prossimi anni e diventerà più facile volare fino alle grandi stazioni orbitanti intorno al pianeta: ma sarà pur sempre un più facile relativo; un'esperienza lontana dal quotidiano della gente comune. Così come ora è possibile, ma solo per pochi, scalare una vetta dell'Himalaya o correre in Formula 1. Lo spazio entrerà nel possibile quotidiano solo in un futuro più lontano, certamente è un problema che interessa il prossimo secolo. Nei prossimi vent'anni lo spazio diventerà però un'impresa commerciale e industriale e attraverso quest'uso influenzerà il quotidiano di tutti in conseguenza degli oggetti e delle tecnologie che vi verranno prodotti e applicati, degli specialisti che dovranno lavorarvi. Sarà difficile, certamente costoso e forse impossibile andarci in vacanza, sarà certamente necessario fre-

quantarlo con assiduità per esperienze scientifiche, tecnologiche e produttive.

Anche lo spazio entrerà quindi nel quotidiano, sia pure di alcuni specialisti.

Questo impatto sul quotidiano non avrà soltanto influenza sugli stili di vita e soprattutto non si verificherà soltanto dopo che saranno state introdotte nuove tecnologie o fabbricati i nuovi prodotti. Comincerà molto prima e in pratica è già iniziato, perché saremo noi stessi ad applicare le nuove tecnologie e a fabbricare i nuovi prodotti.

La nuova automobile è progettata e sarà fabbricata a Mirafiori, i nuovi sistemi di comunicazione sono progettati a Torino e saranno fabbricati a Milano piuttosto che a Bari, le componenti del nuovo ufficio sono progettate a Ivrea, le tecnologie spaziali e aeronautiche sono progettate a Torino, a Roma e a Napoli, e così di seguito per la robotica, l'informatica, i laser e tutte le nuove tecnologie di processo. E ciò significherà che una frazione importante, e progressivamente sempre più ampia, della popolazione, ne verrà direttamente coinvolta.

Gli operai degli anni novanta

Per dare un'idea più precisa di ciò che significherà il mutamento tecnologico riferisco alcune prime provvisorie conclusioni di una ricerca della Fondazione Agnelli dedicata alle nuove professionalità operaie. Dalla ricerca emergono con grande chiarezza le novità del lavoro operaio ma anche quelle dei futuri programmi scolastici e della vita personale di ogni singolo lavoratore.

La ricerca, ancora in corso, si propone di identificare le future professionalità del lavoro di fabbrica che saranno in grado di gestire con

successo l'innovazione tecnologica del prossimo futuro.

Essa sarà poi completata da un'ulteriore ricerca che si proporrà di rinnovare il dibattito sull'istruzione professionale, individuando gli specifici contenuti dell'insegnamento scolastico che permettono un più pronto raccordo con il «nuovo» mondo produttivo.

La ricerca ha come riferimento il settore metalmeccanico, e in particolare grandi e medie aziende, in cui il processo di rinnovamento tecnologico è ormai molto avanzato.

È un esempio che apre prospettive importanti ma che pone anche molti interrogativi su una realtà che sarà tale in un futuro abbastanza prossimo.

In ogni azienda e con qualunque contesto tecnologico vi sono, oggi, cinque archetipi di attività a livello operaio:

- chi deve predisporre le macchine e gli attrezzi per la lavorazione (attrezzisti)
- chi deve alimentare le macchine e movimentare il materiale durante il processo produttivo (movimentatore)
- chi esegue le operazioni di trasformazione-manipolazione del prodotto (trasformatore o operaio diretto)
- chi verifica la corrispondenza dei risultati del lavoro alle prescrizioni (controllore-collaudatore)
- chi deve assicurare l'efficienza operativa delle macchine (manutentore).

A seconda del sistema tecnologico più o meno avanzato varia il peso di ciascuna di queste attività nel processo produttivo complessivo e varia il contenuto delle operazioni da svolgere.

Alcune di queste attività, per esempio la trasformazione, possono essere programmate e proceduralizzate per tempi, frequenze, microattivi-

tà. Di altre, ad esempio la manutenzione, si possono stabilire soltanto valori medi sulla base di esperienze: una macchina non si guasta a scadenze fisse. In sistemi e tecnologie avanzate le prime attività vengono sempre più sostituite da macchine: le seconde diventano sempre più sofisticate.

A questo punto si delineano due possibili scelte organizzative che hanno entrambe profondi riflessi sul fabbisogno formativo.

La prima consiste nel mantenere il tipo di organizzazione del lavoro tradizionale (in cui ai diversi archetipi di attività corrispondono figure professionali diverse: attrezzista, movimentatore, ecc.): l'incremento di produttività si raggiunge attraverso l'innovazione tecnologica e la capacità dei lavoratori di adeguare la propria professionalità alle richieste del nuovo livello tecnologico pur restando nello stesso archetipo di attività. Detta in questo modo sembra cosa da poco: sembra cioè necessario solo un approfondimento tecnico-specialistico. Ma non è così: infatti vuol dire che l'attrezzatore deve diventare un apparecchiatore, l'aggiustatore un teromeccanico, un elettronico, un mecatronico. Vuol dire cioè l'acquisizione di materie del tutto nuove: per esempio all'aggiustatore che diventa teromeccanico non bastano più le conoscenze di meccanica ma occorrono quelle di fluidodinamica, di logica matematica applicata alla logica dei sistemi e alla logica dell'organizzazione. All'elettronico che diventa mecatronico occorrono, oltre le capacità di lettura della documentazione di un sistema di programmazione, anche precise conoscenze, di fluidodinamica, di logica degli insiemi, di logica binaria, di logica dell'organizzazione e della programmazione.

Tutto questo cambiamento di contenuti profes-

sionali si verificherà pur mantenendo fissa l'organizzazione tradizionale del lavoro industriale: ed è un cambiamento il cui spessore è conoscibile nei dettagli in termini di conoscenze scientifiche e disciplinari necessarie, di abilità tecniche, di programmi di studio.

Non è affatto da escludere però che per conseguire ulteriori incrementi di produttività la scelta organizzativa venga in tutto o in parte mutata: se infatti le attività i cui tempi, operazioni, frequenze, sono fissi vengono progressivamente svolte dalle macchine e se d'altro lato gli addetti ai singoli mestieri tradizionali devono necessariamente acquisire (come si è visto sopra) conoscenze che spaziano in campi di attività o di mestieri diversi dai propri (il meccanico che diventa mecatronico) ci si sta chiedendo da più parti se non sia conveniente rompere la frammentazione tra mestieri con tutte le rigidità che comporta e ricorrere alla figura di lavoratore polivalente in grado di svolgere sia l'attrezzaggio, sia la trasformazione, sia la manutenzione, di organizzare in proprio la diversa ripartizione di queste attività nell'arco della giornata, e di lavorare per obiettivi.

Si delinea così la figura di un lavoratore ad alta professionalità che è al tempo stesso elettronico, tero-tecnico, mecatronico e apparecchiatore. A questo punto non si tratta più di aggiungere alle discipline professionalizzanti tipiche del meccanico una disciplina di logica binaria o di logica dei sistemi o di programmazione elettronica, oppure di aggiungere alle discipline professionalizzanti fondamentali dell'elettronica anche la materia fluidodinamica o meccanica generale. Si tratta invece di creare un itinerario formativo che contenga le discipline fondamentali della meccanica, dell'elettronica, della logica linguistica e della matematica dei sistemi. In

più, dato che si tratta di un lavoratore che opera per obiettivi e non per prescrizioni proceduralizzate, si dovrà fornire anche una formazione di carattere economico-gestionale.

A scanso di equivoci ricordiamo che tutto ciò riguarda il lavoratore di officina, non l'ingegnere o il manager. Evidentemente si tratta di un lavoratore di officina tecnologicamente avanzato e con alta professionalità che costituirà la *versione 1990* degli attuali operai.

Le nuove professionalità descritte non saranno certamente isolate.

Nuovi mestieri diventeranno importanti in ogni settore della vita sociale: vi sono già ora gli organizzatori e i manager di banche dati, vi saranno i consulenti per le reti di comunicazione fra uffici, i bionici (cioè persone con conoscenze di biologia, elettronica, fisica e ingegneria) i manutentori di impianti energetici eolici e solari, i tecnici per l'attivazione di videoteche, i programmatori di robot, i venditori di prodotti dell'ingegneria genetica per usi agricoli o curativi, ecc.

Questo profondo cambiamento del lavoro produttivo in genere (terziario, industriale o agricolo), avrà conseguenze di eccezionale importanza, come si intuisce facilmente, sul contenuto della formazione professionale e sui contenuti di carattere professionalizzante della Scuola secondaria superiore.

Questo processo di innovazione tecnologica che sta investendo le strutture produttive italiane pone al sistema scolastico italiano dei prossimi anni un complesso di richieste qualitative e quantitative tali da fare apparire già oggi profondamente invecchiato gran parte del dibattito politico, pedagogico e di ingegneria scolastica sviluppatosi intorno ai progetti di riforma delle secondarie superiori (almeno per quanto ri-

guarda il secondo grande obiettivo della riforma e cioè l'acquisizione di capacità professionali utilizzabili nel mondo del lavoro). La sfida cui si accennava fa dubitare che il sistema scolastico formativo italiano sappia dare una risposta efficace; poiché tuttavia le esigenze sono ineludibili e la gente dovrà in qualche modo ad esse rispondere per trovare o conservare un posto di lavoro ci troveremo di fronte ad un bivio: o il sistema scolastico-formativo saprà fornire le necessarie conoscenze e capacità o altrimenti i giovani dovranno rivolgersi ad agenzie di formazione diverse dalle scuole tradizionali o dai centri di formazione professionali ripetendo quanto già avvenuto in questi anni per le lingue straniere (tradizionale area disastrosa della scuola italiana) o di quanto sta avvenendo per l'informatica (proliferazione di istituti privati di vario genere).

Questo approfondimento su uno specifico ma essenziale aspetto del mondo del lavoro e del suo rapporto con la scuola dà conto, in maniera molto significativa, dell'impatto rivoluzionario della trasformazione tecnologica in corso. Nessun aspetto della vita sociale potrà dirsi esente dal processo di trasformazione, a causa delle caratteristiche diffusive dell'onda tecnologica.

La «sapienza produttiva»

Il processo di diffusione della tecnologia, è già iniziato e l'interrogativo che abbiamo non riguarda il «se» il «quando» ma il «come» possiamo partecipare in quanto struttura tecnico-scientifica e produttiva a questo fenomeno innovativo.

È a questo problema, il più importante e il più urgente, che dobbiamo dedicare le ultime e conclusive pagine di questo testo, utili anche a

spiegare le ragioni di Futurama.

In primo luogo va detto che il nostro rientra nel ristretto numero dei paesi capaci di produrre innovazione. Questa affermazione va certamente precisata e qualificata, ma va anche messa in premessa, per rispettare un'esigenza di realismo e per non aggravare artificialmente una situazione che è inquietante e difficile ma non certamente disperata.

Quando si indica il nostro paese come il settimo o ottavo paese industrializzato si fa un'affermazione vera, ma che cosa significa questo dato statistico? Sta a indicare che al di là dei problemi della spesa pubblica, dell'assistenzialismo e dell'indebitamento con l'estero, e di tutti gli altri ben conosciuti mali che affliggono la nostra vita nazionale, esiste nel nostro paese un tessuto produttivo, o se si preferisce, un know how, una «sapienza produttiva» che colloca il nostro paese fra quelli industrializzati.

L'industrializzazione è una realtà che sta alle nostre spalle, non davanti a noi, essa è un fatto compiuto non un obiettivo da perseguire.

Questa sapienza produttiva non è un fenomeno aristocratico che interessa poche numerose élites, ma è una realtà di massa, che è possibile soltanto e proprio perché è di massa e coinvolge milioni di persone. La sapienza produttiva può diventare attività produttiva e bene finale, infatti, soltanto quando agli imprenditori e ai dirigenti si affiancano i quadri, i tecnici, i tecnologi, gli specializzati, tutti coloro cioè che danno sostanza ai processi tecnico-economici, sia direttamente collegati all'industria sia collocati a monte, la ricerca, l'attività bancaria e finanziaria, o a valle, la commercializzazione.

L'attività produttiva innovativa non dipende soltanto dall'iniziativa di pochi imprenditori particolarmente capaci di felici intuizioni: essa è una

conseguenza della presenza di molte competenze, che l'imprenditore indirizza, organizza e coordina ma nessuna attività industriale, specie quando è innovativa, è possibile senza il concorso di numerose volontà e competenze diverse: le banche, i quadri tecnici, le maestranze, i sindacati, i politici, gli amministratori locali.

A questi si possono aggiungere, specialmente oggi, alla vigilia della trasformazione tecnologica generalizzata, anche le famiglie, che diventano attori essenziali del processo produttivo, soprattutto quando programmano l'iter scolastico dei figli.

In una città come Torino, così importante per l'innovazione tecnologica, il 55% dei figli degli immigrati non va oltre la scuola dell'obbligo e viene avviato a lavori generici scarsamente specializzati o professionalizzati. Questa situazione spiega l'abbondanza dell'analfabetismo di ritorno.

Ebbene, nell'interesse di questi giovani e nell'interesse generale, è indispensabile che muti radicalmente questo costume, perché certamente le nuove tecnologie richiederanno, come si è già visto, personale qualificato dotato di una istruzione di base ben più robusta di quella che può fornire l'attuale scuola media.

L'innovazione e la produzione tecnologicamente avanzata sono «avventure collettive», che si verificano soltanto quando esistono numerosi fattori che non è possibile improvvisare: ciò spiega le difficoltà e i ritardi dei processi di sviluppo di molti paesi e l'insuccesso di molte iniziative industriali localizzate soltanto in funzione di incentivi fiscali o finanziari: in assenza della sapienza produttiva tutto è più difficile, e sovente impossibile.

Ebbene il nostro paese si è fatta questa sapienza produttiva e ciò ci permette di pensare che

abbiamo alcune condizioni di fondo perché l'onda tecnologica in arrivo sia compresa, gestita, padroneggiata, indirizzata a fini utili.

Ci sono le condizioni di fondo, ma certamente i giochi non sono fatti, anzi siamo solo all'inizio del gioco, si sono appena date le carte per una nuova « partita ».

Un risultato del Delphi concorda con questa conclusione; alla domanda sull'adeguatezza dell'Italia a fronteggiare l'onda tecnologica il 52% degli intervistati ritiene che la nostra situazione migliorerà.

Gli interrogati erano dirigenti di industria, e quindi è probabile che nelle risposte siano stati più influenzati dalle condizioni interne dei loro laboratori piuttosto che dalla situazione generale del paese. Qualunque sia stata la motivazione resta fermo il risultato che conferma l'esistenza delle condizioni di fondo per impostare una strategia per la gestione dell'onda tecnologica.

Un risultato di fondo che non deve farci dimenticare un'altra realtà: il dinamismo dello sviluppo economico e tecnologico. I risultati acquisiti non lo sono per sempre e l'immobilismo è impossibile. Non esistono cioè alternative alla strategia volta a incorporare il massimo di tecnologia nel nostro sistema socio-produttivo: l'unica alternativa possibile sarebbe, forse, un regime simile a quelli del socialismo reale, con effetti disastrosi sul benessere e sulla qualità della vita.

I punti di crisi

Ciò premesso non possiamo non sottolineare i punti di crisi della situazione italiana, che sono così riassumibili:

1. lo sforzo di ricerca è oggi insufficiente a mantenere i contatti con i rapidi sviluppi del-

le tecnologie. L'acquisto dei brevetti è un palliativo di breve termine che ha scarso valore quando si tratta dell'introduzione di tecnologie radicalmente nuove. Le imprese italiane che fanno ricerca sono costrette in strategie difensive che riducono le loro possibilità di realizzare importanti sfondamenti tecnologici;

2. la velocità di diffusione internazionale delle nuove tecnologie, almeno nei loro aspetti applicativi, è radicalmente aumentata, arrivando a lambire rapidamente anche economie dotate di vaste risorse di manodopera a basso costo e di materie prime. In sintesi, l'Italia corre il rischio di rimanere strozzata tra l'allargamento delle aree di ritardo tecnologico e l'accorciamento di tempi utili per innovazioni imitative, ovvero dell'arco temporale che intercorre tra l'introduzione originaria delle innovazioni e la loro generalizzazione tra i concorrenti.

È opinione diffusa inoltre che solo i paesi dotati di un elevato potenziale tecnologico e scientifico siano in grado di generare le innovazioni complesse, caratteristiche della attuale fase di cambiamento tecnologico.

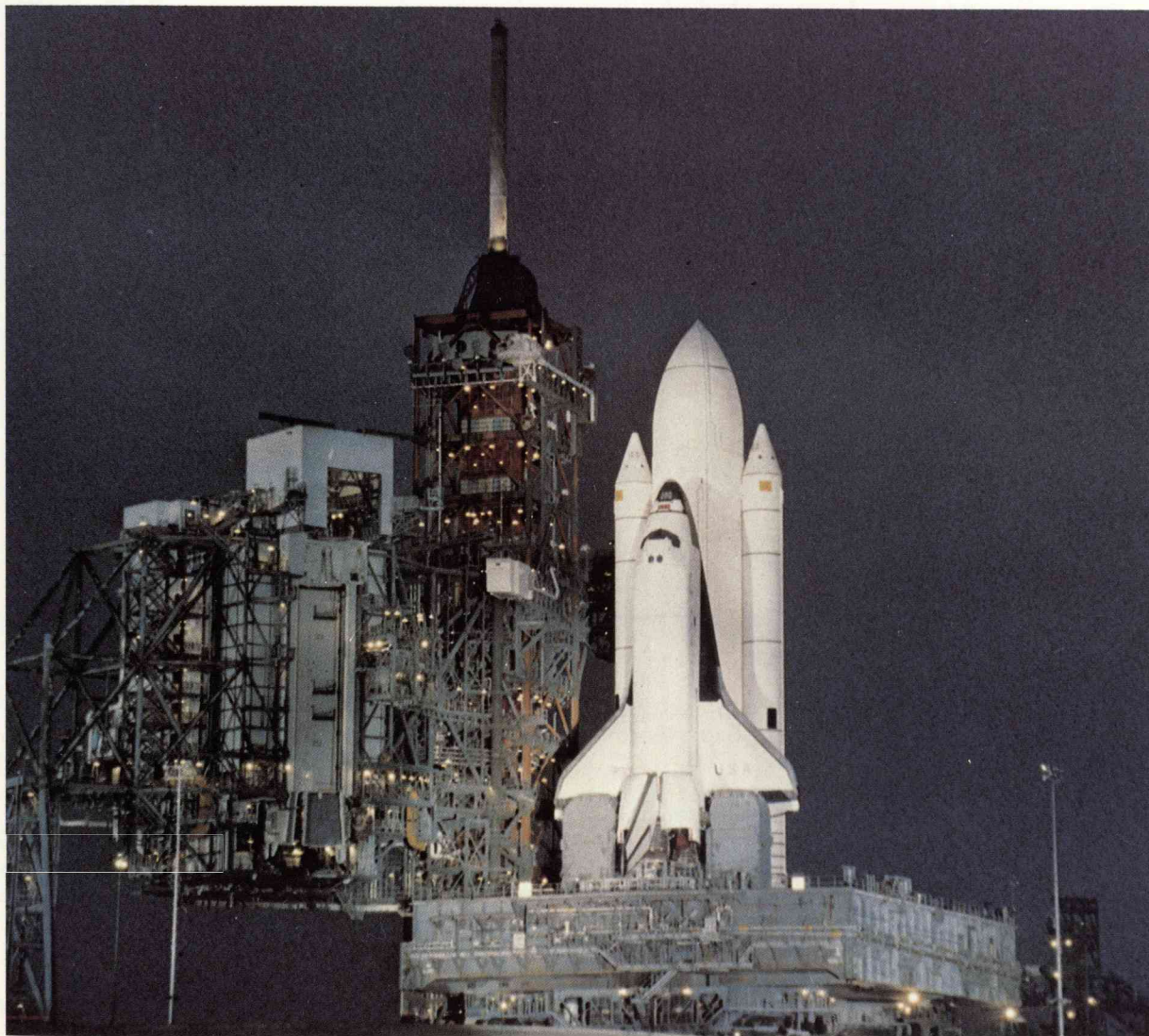
In questo contesto, il ruolo di una politica nazionale della ricerca e dell'innovazione assume rilevanza prioritaria.

Come è ormai noto, l'entità delle risorse devolute a spese in Ricerca e Sviluppo è in Italia modestissima e assolutamente inadeguata al peso del sistema industriale nazionale.

Nella CEE gli addetti alla ricerca sono pari ad oltre il 10,5 per mille degli addetti all'industria contro il 3,9 per mille dell'Italia.

Negli Stati Uniti lavorano alla ricerca 1.300.000 addetti; in Germania 363.000; in Francia 231.000; in Giappone 606.000; in Italia appena

*Il Columbia sulla rampa di
lancio 39 al Kennedy Space
Center
(foto NASA)*



86.000 addetti risultano attivi nella Ricerca e Sviluppo.

Si tratta, come è evidente, di un livello di ricercatori del tutto inadeguato sia in termini assoluti che relativi.

Il valore totale delle spese in Ricerca e Sviluppo (salari + investimenti) del resto non supera in Italia lo 0,84% del P.I.L. contro il 2,41% degli Stati Uniti, il 2,39% della Germania e della Svizzera, il 2,20% del Regno Unito, il 2,04% del Giappone e l'1,99% dei Paesi Bassi.

Né si possono citare nel caso italiano speciali livelli di efficienza delle strutture amministrative e organizzative preposte alla gestione delle attività di ricerca.

Al contrario, la politica della ricerca scientifica e tecnologica è stata tradizionalmente costretta entro limiti angusti da una parte dalla limitata disponibilità di risorse e dall'altra da una carente cultura delle forze politiche e dell'amministrazione statale.

Una politica per l'innovazione:

a) finanziamenti

Questa situazione è oggi aggravata dal basso tasso di accumulazione che consente solo limitatissime supplenze da parte delle imprese alla inadeguata capacità di iniziativa dell'operatore pubblico.

A ciò occorre mettere rapidamente rimedio nella consapevolezza che, pur nell'attuale situazione di finanza pubblica, i risparmi ottenuti con mancati investimenti in Ricerca e Sviluppo sono rimedi peggiori del male che si vuole combattere: l'avvenire economico del paese lo si assicura solo ritagliando, nella grande massa del debito pubblico, adeguati finanziamenti alle attività innovative.

Ci si rende perfettamente conto che ciò significa

prendere le distanze dalla politica del giorno per giorno e dare dimostrazione di possedere quel senso del futuro di cui si discorreva all'inizio: anche se vi sono scarsi indizi che giustifichino le speranze che ciò sia possibile nel brevissimo periodo non vi è neanche la certezza che ciò sia impossibile. Nel breve volger di mesi se non di giorni il clima culturale e politico può cambiare e ciò che sembrava impossibile solo ieri diventa improvvisamente di facile attuazione oggi: la caduta drastica dell'assenteismo nelle fabbriche, con il conseguente recupero di produttività, si è verificato improvvisamente, perché in un certo giorno in tutto il paese è suonato un campanello d'allarme che ha richiamato tutti alla responsabilità e all'impegno personale nel lavoro.

Ciò che è accaduto per la responsabilità verso il lavoro, può verificarsi anche verso il futuro: tutto il programma Futurama è pensato e realizzato per dare un contributo a cambiare, in meglio, l'atteggiamento verso il futuro e quindi verso l'innovazione tecnologica che di questo futuro traccia i connotati essenziali e più importanti.

Non possiamo però limitarci a chiedere più finanziamenti pubblici.

Se fosse solo questione di capitali sarebbe troppo facile: essi sono indispensabili, ma diventano inutili se non vi sono le strutture capaci di impiegargli al meglio, di trasformarli cioè in vere e reali innovazioni di successo.

Queste strutture vanno individuate in una dimensione reale, tenendo conto di ciò che già esiste, e di chi è già oggi più preparato a realizzare nel modo più efficace i programmi di innovazione.

b) le aree forti

Occorre cioè varare una politica dell'innova-

*Esperimento sulla crescita di
vegetali in condizioni di
gravità anomale
(foto ag. Grazia Neri)*



Indici di concentrazione delle attività di ricerca tecnologica industriale

A = Distribuzione regionale delle spese in R e S finanziate dalle imprese nel 1978 n.a.d.

B = Distribuzione regionale del valore aggiunto prodotto nel 1978

C = Popolazione residente

A/B = Indici di specializzazione regionale

| | A | B | C | A/B | A/C |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Piemonte | 28,3 | 10,3 | 7,9 | 2,74 | 3,58 |
| Lombardia | 45,0 | 20,9 | 15,7 | 2,15 | 2,86 |
| Trentino Alto Adige | 0,1 | 1,8 | 1,5 | 0,05 | 0,06 |
| Veneto | 1,6 | 8,0 | 7,6 | 0,20 | 0,21 |
| Friuli | 0,8 | 2,5 | 2,2 | 0,32 | 0,36 |
| Liguria | 4,6 | 4,3 | 3,2 | 1,07 | 1,43 |
| Emilia Romagna | 2,1 | 8,8 | 6,9 | 0,24 | 0,30 |
| Toscana | 3,3 | 7,0 | 6,3 | 0,47 | 0,52 |
| Umbria | 0,3 | 1,3 | 1,4 | 0,23 | 0,21 |
| Marche | 0,2 | 2,4 | 2,5 | 0,08 | 0,08 |
| Lazio | 11,2 | 8,8 | 8,9 | 1,27 | 1,26 |
| Abruzzi | 0,4 | 1,7 | 2,2 | 0,23 | 0,18 |
| Molise | -- | 0,4 | 0,6 | -- | -- |
| Campania | 1,0 | 6,2 | 9,6 | 0,16 | 0,10 |
| Puglia | 0,3 | 4,7 | 6,9 | 0,06 | 0,04 |
| Basilicata | 0,2 | 0,8 | 1,1 | 0,25 | 0,18 |
| Calabria | -- | 1,9 | 3,7 | -- | -- |
| Sicilia | 0,1 | 5,7 | 8,8 | 0,017 | 0,011 |
| Sardegna | 2,5 | 2,2 | 2,8 | 1,13 | 0,89 |
| Italia | 100,0 | 100,0 | 100,0 | | |

zione basata su aree forti, su quelle aree cioè che hanno un tessuto economico più solido e più radicato, dove l'attività tecnico-industriale è la regola e non l'eccezione, dove già esistono strutture di ricerca pubbliche e private, universitarie e non, e dove è più facile creare la massa critica necessaria per i successivi processi di crescita.

Le aree forti possono coincidere o meno con una regione particolare, ma hanno la caratteristica di avere già oggi, una radicata attività di ricerca tecnologica. Come identificarle?

Una prima risposta si ottiene calcolando le somme già spese dal sistema industriale in ricerca, escludendo quindi le spese di origine pubblica, universitarie e non, e calcolando suc-

cessivamente due indici: il rapporto spese in ricerca-popolazione e il rapporto spese in ricerca-prodotto industriale.

La concentrazione delle spese di ricerca è rilevante e offre certamente una chiave di lettura diversa rispetto a quelle tradizionali di questi ultimi anni. Ci si era abituati a pensare a tre Italie, il nord-ovest, il centro-nord-est, e il sud. In questo scenario il ruolo del triangolo industriale appariva appannato e abbastanza sottovalutato in conseguenza della crisi di alcuni settori produttivi, del tipo di relazioni industriali che si era instaurato e dall'emergere della economia sommersa nel centro-nord-est.

Negli anni che verranno ciò che appare incerto è l'economia marginale, il sommerso, la labile economia del provvisorio e dell'improvvisato, mentre la solida struttura del Triangolo, fatta di grandi, medie e piccole imprese, riassume un ruolo strategico e di punta per l'avvenire del paese e torna ad essere, mi si perdoni il confronto, «spaziale», la piattaforma di lancio del paese in una orbita nuova e diversa per sofisticazione tecnologica e, è augurabile, per benessere e qualità della vita.

Un'area forte non coincide però con una Regione. Non vi è dubbio, per fare un esempio vicino, che non l'intero Piemonte può essere considerato un'area forte, almeno nel significato che gli viene dato in questo testo, ma un territorio che coincide in parte con la provincia di Torino, e ingloba alcune aree di province vicine.

Questa puntuale identificazione non è un contrasto con l'individuazione della Regione come l'ente pubblico più adatto a operare alcuni interventi di natura politica ed economica, mentre è utile per chiarire che il nostro orientamento non è destinato a fare una classifica statistica

delle Regioni ma a individuare reali strutture tecnico-produttive.

Una proposta operativa per le aree forti

Spendere di più e meglio non basta, serve utilizzare tutte le risorse reali già presenti, trovando connessioni e rapporti nuovi fra tutti i protagonisti. Definire statisticamente il triangolo industriale come un'area forte può essere soltanto un punto di partenza, per avere un primo criterio adeguato a definire un'area economica: occorre sapere però che il paese che adotta questo criterio si aspetta molto da queste aree forti perché gli affida una parte importante del proprio futuro.

Bisogna, quindi, che queste aree forti facciano qualcosa in più rispetto ad oggi ed a ieri, e mettano in piedi strumenti nuovi capaci di innescare processi di più accelerata e diffusa innovazione tecnologica.

A titolo esemplificativo si possono così indicare le principali finalità che può proporsi un'area forte con interventi a livello regionale:

- incentivare la diffusione di informazioni tecnico-scientifiche sia creando strutture di assistenza e tecnologiche che facilitando l'accesso a banche dati e a reti di trasmissioni dati;
- incentivare l'accesso al mercato dei brevetti e del know-how, sia diffondendo le informazioni relative ai brevetti disponibili che aumentando la trasparenza del funzionamento di quei mercati e quindi riducendone i forti costi di transazione, specie per le parti meno favorite come le piccole imprese;
- qualificare tecnologicamente le relazioni di subappalto e decentramento produttivo connesse alla divisione del lavoro tra imprese incentivando e, se possibile, indirizzando i

- processi di diffusione orizzontale delle innovazioni, ad esempio intervenendo con la creazione di Borse di lavorazione Conto Terzi dove il subappalto di produzioni a tecnologia avanzata sia assistito e incentivato;
- stimolare l'offerta di prodotti innovativi nelle aree interessate, favorendo l'apertura di nuovi punti di vendita e di assistenza e la riqualificazione di quelli preesistenti per le imprese innovatrici con appropriati incentivi estesi anche a imprese e a investimenti commerciali analoghi a quelli già usati per le iniziative industriali;
 - stimolare la diffusione interindustriale e il trasferimento tecnologico connesso a innovazioni specifiche;
 - stimolare la diffusione orizzontale di innovazioni radicali e incentivando la costituzione di centri di consulenza tecnologica e ingegneristica;
 - favorire con opportuni programmi di assistenza la mobilità interaziendale del personale tecnico-scientifico.

Queste finalità possono essere realizzate a condizione che vi sia un coinvolgimento fattivo di tutti i principali protagonisti del processo innovativo e particolarmente delle grandi e piccole imprese, della Regione, delle banche, dell'università e dei politecnici.

Gli strumenti operativi possono variare fra le differenti aree, ma non vi è dubbio che assume un ruolo centrale la realizzazione di un «parco tecnologico» sul tipo delle esperienze della California e del Massachusetts. Un parco tecnologico consiste nella predisposizione, al centro di un'area metropolitana, di un insieme di strutture e di servizi di ricerca che permettano alle imprese minori di essere collegate con grande facilità al mondo della tecnologia avanzata e di

godere dei benefici delle economie di scala, soprattutto riducendo le soglie dell'investimento iniziale in attività di ricerca.

All'interno dell'area forte vanno attivati anche strumenti di tipo non finanziario o quanto meno non soltanto finanziario, quali per esempio l'assistenza pratica e concreta all'introduzione di tecnologie nuove nei processi produttivi delle industrie minori. Per esempio l'assistenza all'introduzione delle tecnologie di controllo elettronico, i processi Cad e Cam, le tecnologie del laser, ecc.

L'obiettivo è di far maturare l'intera area verso una situazione di maggiore maturità tecnologica, lasciando indietro il minor numero possibile di imprese.

Realizzare questo processo, avanzare verso una situazione di maggiore maturità tecnologica, pone importanti problemi di mutamento all'interno e all'esterno dell'area.

Mutamento tecnologico e società

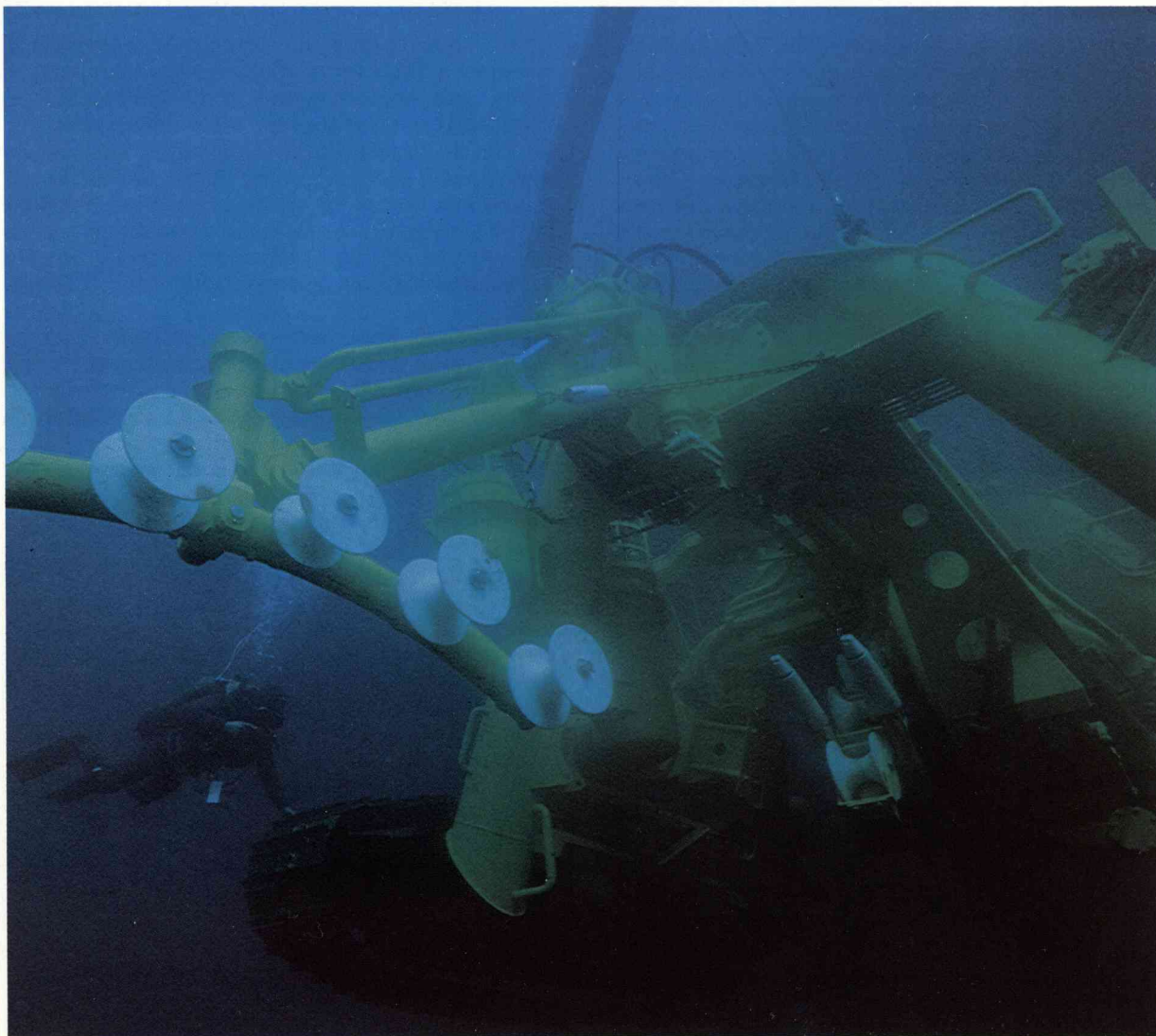
Questo mutamento investe non soltanto la struttura produttiva e tecnico scientifica ma l'intera società in generale, e il mondo del lavoro e della preparazione al lavoro in particolare.

Che fare, come gestire questo mutamento che va al di là del dato tecnologico e investe la società nel suo complesso? Anzi, è meglio dire: come permettere al mutamento tecnologico di realizzarsi pienamente essendo assecondato dal più generale mutamento della società?

Il rischio da evitare, infatti, è che entrino in collisione mutamento tecnologico e resistenze della società: verrebbe rallentata l'innovazione tecnologica e, nel caso più estremo, addirittura arrestata, e la società ne soffrirebbe gravi traumi. Sarebbe comunque una sconfitta.

Vent'anni or sono, in anni ancora recenti quindi,

*Sistema per l'installazione di
cavi sottomarini
(foto Tecnomare)*



la fiducia nella ragione collettiva ci avrebbe spinto verso soluzioni di pianificazione generale e globale. Un grande piano nazionale, formalizzato in una complessa matrice di input e output, nella convinzione che il mutamento fosse controllabile da una maggioranza parlamentare e politica o da una generazione.

Era il tempo dell'illusione della vittoria della ragione consapevole sulla fantasia della storia, quando si parlava di costruire l'avvenire e si pensava che ben presto l'attività previsiva del futuro sarebbe stata assorbita dalla più complessa attività di pianificazione: si pensava cioè non solo di poter prevedere il futuro, ma addirittura di costruirselo su misura.

È noto come tutto ciò che è accaduto dal 1968 al 1973, dai cambiamenti culturali alle decisioni degli sceicchi petroliferi, sia stato esattamente il contrario: la vittoria dell'imprevisto e della fantasia, della discontinuità e sovente del fortuito. Siamo ancora in una fase storica di incertezze e di mancanza di punti di riferimento precisi: l'economia internazionale, così disordinata rispetto agli anni cinquanta e sessanta, è il segnale più chiaro e più evidente del male comune, del male oscuro che accomuna tutti i paesi del pianeta: l'incapacità a ritrovare meccanismi più ordinati e più programmabili di relazioni, di distribuzione di risorse, di organizzazioni di comunicazioni, di scambi di beni e servizi.

Il mutamento tecnologico si inserisce in questo ambiente così turbolento e insicuro come un fattore di incremento della instabilità perché, per sua natura, è un fattore che introduce forze dinamiche e mette in moto ulteriori processi di cambiamento.

La situazione internazionale è la manifestazione più generale di una condizione comune a tutti i paesi. Non vi è paese capace di pianificare il

suo sviluppo perché mancano gli strumenti culturali e tecnico operativi, mentre la necessità di rivedere criticamente gli interventi tradizionali dello stato, a cominciare dallo Welfare State, sono sempre più condivisi e ritenuti urgenti.

Di fronte a questa perdita di bagaglio culturale e di fiducia nella capacità di gestire razionalmente il processo di cambiamento le uniche risorse che restano sono la responsabilità personale e i meccanismi autoadattivi che le società mettono in azione quando reagiscono alle novità.

Se non possiamo guidare nei dettagli, dobbiamo limitarci a controllare il rispetto di alcune grandi regole del gioco; se non possiamo offrire norme di comportamento chiare e ritenute giuste e sicure dobbiamo affidarci alla scelta autonoma dei singoli e alla loro responsabilità personale. La perdita di fiducia nella ragione collettiva va compensata da una accresciuta fiducia nella ragione dell'individuo.

Ciò comporta una inversione di marcia di 180 gradi rispetto alla cultura vincente di alcuni anni or sono che, invece, tendeva ad identificare la persona nel collettivo, ad annullare la scelta e l'autonomia individuale, a irrigidire in norme precise e vincolanti ogni aspetto della vita sociale in cambio della promessa di benessere e di sicurezza a vita.

Il divenire del tempo ha dimostrato che lo scambio «perdita di autonomia-maggior sicurezza» era non solo sbagliato e ineguale ma impossibile e che marciava su un binario morto: l'inversione di tendenza si presenta ora come una fortunata coincidenza perché sarebbe stato impossibile affrontare il mutamento tecnologico dei prossimi anni con una cultura politica prevalente di tipo garantistico-assistenziale. Sarebbe stata una battaglia persa in partenza, e die-

ci, cento aree forti niente avrebbero potuto contro la cappa di piombo di una cultura immobilistica e pauperista.

Fortunatamente la Provvidenza non è un'invenzione della speranza ma una forza motrice della Storia: e questa cultura immobilistica sta perdendo rapidamente terreno, ritorna il gusto dell'autonomia e della scelta personale, la responsabilità personale non è più un privilegio del successo ma un attributo della gente comune.

Questa nuova situazione apre una porta verso la salvezza: ci permette cioè di pensare a una politica generalizzata di riforme che rendano flessibile e autoadattiva la società, ci permette di pensare a una società che accetta la ricollocazione di ciascuno al proprio interno, secondo i propri desideri e le proprie fortune e capacità.

Una società flessibile e autoadattiva

Una società flessibile e autoadattiva, percorsa da dinamiche di mutamento, impegna ogni persona a confrontarsi giorno dopo giorno con la propria responsabile attività, ma permette a ciascuno di organizzarsi il proprio tempo, e cioè la propria vita, in modo più conforme ai propri desideri, destinati a mutare per di più, con il passare degli anni e il cumularsi delle esperienze.

Il nostro programma Futurama ha analizzato due aspetti particolari della società flessibile, ma centrali agli scopi specifici di fronteggiare con successo l'avanzare dell'onda tecnologica: le modalità di organizzazione del tempo lavorato e dell'uscita dal lavoro. Si è proposto, cioè, che sia permesso di lavorare con flessibilità: ossia tre ore, piuttosto che otto, per tre giorni la settimana piuttosto che per cinque. Si è anche proposto che sia possibile andare in pensione a età differenziate, secondo i desideri degli inte-

ressati, in considerazione del fatto che la vecchiaia, e quindi il desiderio di riposare, sono un concetto relativo non certamente anagrafico ai fini della capacità lavorativa.

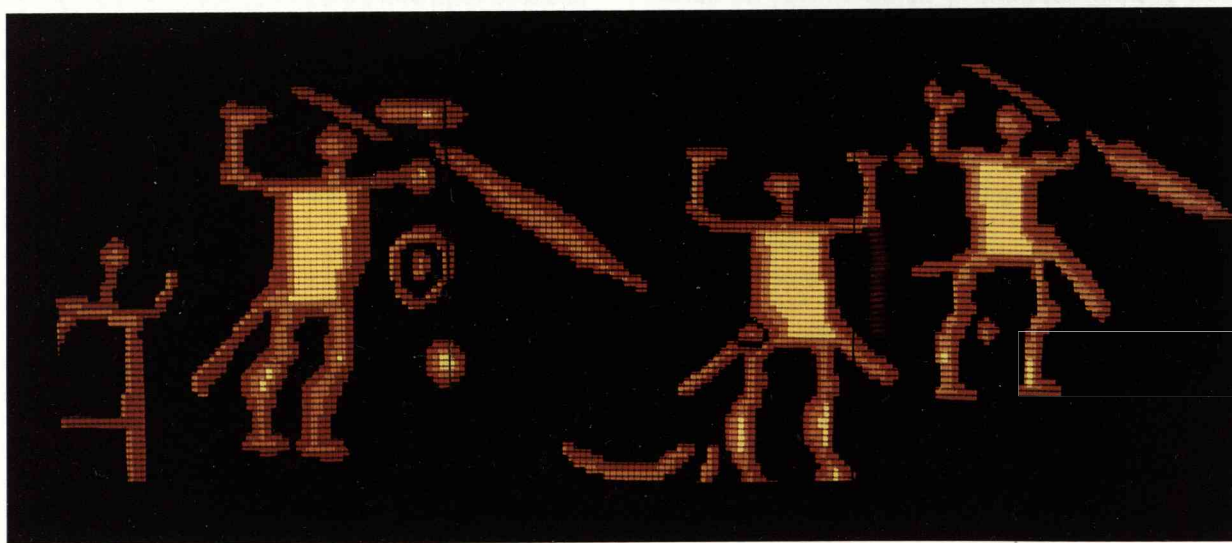
Per gli approfondimenti di queste proposte rinvio alle ricerche pubblicate nell'ambito di Futurama, qui serve ribadire, per concludere, che la società flessibile si può realizzare in altri settori della vita sociale, a cominciare dall'ampio settore coperto dallo Welfare State, dall'assistenza medica, all'assistenza sociale, all'istruzione: tutti settori nei quali o si creano meccanismi flessibili e autoadattivi o si avrà una struttura organizzativa permanentemente in ritardo rispetto all'evoluzione della società e si moltiplicheranno le disfunzioni tipo la costruzione di scuole elementari in zone dove i bambini stanno scomparendo e gli anziani diventano numerosi.

Aumentare la spesa pubblica nella ricerca, ottimizzare le presenze e le economie di scala delle aree forti, creare una società flessibile e autoadattiva: queste le risposte che Futurama offre alla riflessione di quanti sono interessati al domani, a un futuro nazionale caratterizzato, è bene ripeterlo in conclusione, da un orientamento occidentalizzante, di scarsa pressione demografica e di elevato dinamismo d'innovazione tecnologica.

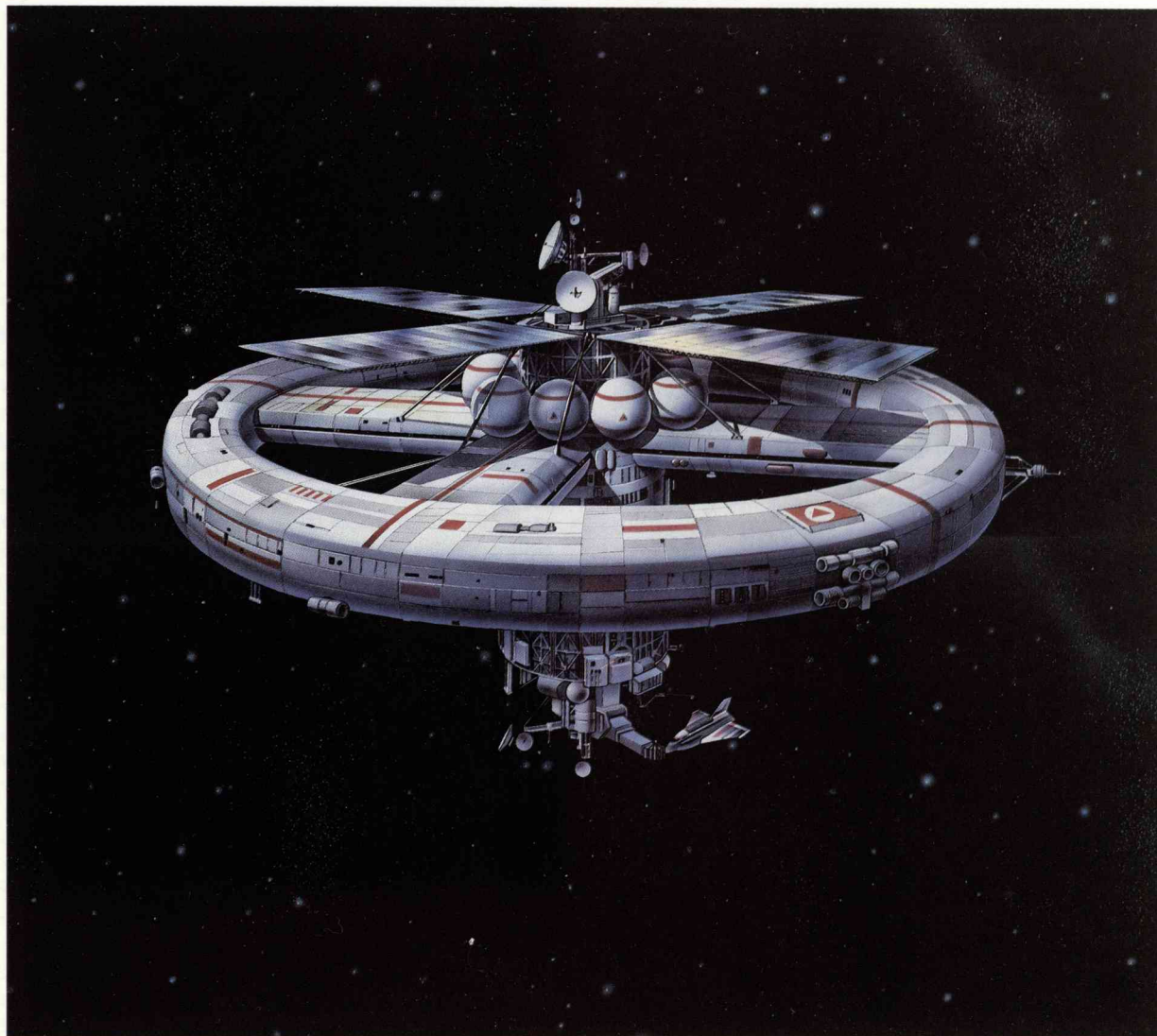
Gli interlocutori della Fondazione

Futurama è stato pensato con questa complessa finalità di dialogare e suggerire riflessioni a interlocutori molto differenziati: dalle famiglie, e quindi dall'opinione pubblica in generale, alle ristrette comunità dei ricercatori scientifici e tecnologici, ai gruppi di più incerto confine come gli imprenditori, i quadri d'industria e i politici. Questa ampiezza dello spettro degli interlocutori è probabilmente una necessità in una inizia-

*Immagini dalla multivisione
«Futura»*



*Immagini dalla multivisione
«Futurama»*



tiva che pretende di indagare alcuni aspetti del futuro del nostro paese e farvi discutere sopra e quindi la Fondazione cercherà di gestire nel modo migliore questa complessità di rapporti. La Fondazione però si è abituata ad avere anche gruppi di interlocutori «privilegiati», nel senso che non sono in contrasto con gli interlocutori in generale ma sono, o possono essere, gruppi maggiormente interessati ai contenuti delle nostre attività e iniziative.

Nel programma di promozione dell'immagine del nostro paese negli Stati Uniti il destinatario finale erano gli americani in generale, ma i nostri interlocutori più diretti e immediati e in questo senso privilegiati, sono stati un gruppo particolare di americani: quelli di origine italiana. Gli americani di origine italiana sono così diventati i primi destinatari del nostro programma e un ottimo veicolo per diffondere all'interno di tutta la società americana l'immagine dell'Italia che la Fondazione proponeva loro.

Avere quindi un gruppo di destinatari con il quale sia più facile dialogare e più agevole sperimentare iniziative concrete, non è in contrasto con un discorso di ampiezza nazionale.

Nel nostro paese, inoltre, ancorare le analisi e le proposte operative a contesti limitati risponde non solo a esigenze di praticità ma anche e soprattutto ai suggerimenti della nostra storia, sviluppatasi all'insegna della valorizzazione delle caratteristiche culturali di ciascuna grande regione.

Oggi questa necessità di collegarsi con ambienti culturali e tecnico-produttivi concreti è più urgente che non nel passato, come quanto detto poco prima sulle aree forti consiglia e suggerisce.

E questo collegamento non può essere che con l'area forte di Torino.

C'è un ulteriore elemento che ci consiglia di trovare un dialogo privilegiato con la città di Torino: la situazione sociale, economica e culturale che la Fondazione ha descritto un anno fa con il programma «Integrato metropolitano» è ancora vera e irrisolta.

Ebbene, la cultura che Futurama propone e le specifiche proposte sullo sviluppo tecnologico di un'area forte torinese sono una prima risposta ai problemi di Integrato metropolitano. L'invito a lavorare tutti insieme a costruire una cultura comune e una metropoli di tutti ha una prima risposta nell'indicazione di Futurama di uno sviluppo e di un potenziamento di una grande tradizione cittadina: la ricerca scientifica e tecnologica e le attività produttive industriali avanzate.

La ricerca di questo equilibrio fra orizzonte nazionale e universo cittadino e regionale va, infine, fatta tenendo presente che l'importanza dell'area torinese nel quadro produttivo nazionale è tale che operare per promuovere la migliore organizzazione e il migliore funzionamento dell'area forte torinese significa lavorare nell'interesse del paese intero.

Tenendo presente tutte queste considerazioni il programma Futurama è stato organizzato usando una molteplicità di strumenti, in considerazione della complessità dei problemi che venivano affrontati e della grande varietà dei destinatari.

Le ricerche

Sono organizzate in due distinti filoni: quelle finalizzate a conoscere che cosa ci prepara il nostro futuro e quelle il cui scopo è di indicare e proporre alcune possibili risposte alle situazioni e ai problemi che il futuro ci riserba.

Rientrano nel primo filone:

- a) demografia mercato del lavoro al 1991 e al 2001, in Italia e in Piemonte;
- b) l'indagine Delphi sul cambiamento tecnologico in Italia.

Rientrano nel secondo filone:

- a) una società flessibile: i casi del part-time e del pensionamento anticipato;
- b) le nuove professionalità in fabbrica, dopo il 1990;
- c) lo studio per la realizzazione di un'area forte a Torino.

Di queste ricerche ho già riferito nel corso di questa presentazione di Futurama.

Altre ricerche sono in corso, in ambedue i filoni, essendo fra i propositi della Fondazione continuare a indagare e sul possibile futuro del nostro paese attraverso nuove sperimentazioni della tecnica della previsione per fattori, e sulle possibili risposte che la nostra società può dare alle situazioni e ai problemi che il futuro ci prepara.

La multivisione

La Fondazione ha già avuto modo di sperimentare l'utilità di ricorrere alla multivisione per raccontare, attraverso le immagini, storie di idee e di fatti, secolari, difficili e complesse. La prima esperienza fu fatta nel 1979 quando i risultati di alcune ricerche sull'immagine del lavoro nei libri di testo e nella cultura popolare del nostro paese fu tradotta in una multivisione dal titolo «Scuola, lavoro, cambiamento sociale». La seconda e più impegnativa esperienza fu fatta quando si volle raccontare agli americani di origine italiana la «realtà» del nostro paese, andando contro stereotipi, pregiudizi, luoghi comuni, credenze tanto false quanto radicate in una situazione di generale disinformazione.

In ambedue le esperienze l'uso della multivisione si rivelò un successo, specialmente nelle attività realizzate negli Stati Uniti.

Motivati da queste esperienze, si è voluto affidare a una nuova multivisione l'immagine, e la spiegazione delle ragioni profonde del progresso tecnologico e di ciò che ha significato la tecnologia nella società europea e occidentale. È impossibile descrivere una multivisione, proprio perché è nata per usare con proprietà un linguaggio che vuole comunicare attraverso le immagini e non attraverso la parola.

Si possono però indicare alcune motivazioni più specifiche che hanno presieduto alla scelta e all'organizzazione del materiale:

- a) consigliare un rapporto di fiducia con la tecnologia;
- b) mostrare alcuni bilanci «consolidati» in alcuni particolari aspetti della vita dell'uomo: i bisogni primari, cibo e salute, i bisogni secondari, maggiori capacità di esperienze, di informazione, di conoscenza.

Posso dire che all'inizio lo schema di riferimento era la scala di bisogni di Maslow (come la tecnologia ha risposto alla scala di Maslow) anche se nel corso del lavoro la necessità di raccontare una storia collettiva, le esigenze tecniche del mezzo prescelto, appunto la multivisione, e alcune difficoltà a reperire materiale iconografico adatto e adeguato, ci hanno costretto a ricordarci a quello schema iniziale con una notevole libertà.

La motivazione di fondo però resta, dal momento che lo scopo della multivisione è di raccontare a un pubblico di qualunque cultura, (teoricamente dall'analfabeta allo scienziato) la storia e il probabile futuro del rapporto fra l'uomo occidentale e la tecnologia.

La rassegna dei film di anticipazione

Nel nostro programma non abbiamo voluto dimenticare quella particolare forma di «senso del futuro» che è nata con la fantascienza. Nella sua forma «classica», nata negli Stati Uniti verso gli anni trenta, essa ha rappresentato una sorta di «scuola di profezia», non ufficiale, quasi sempre snobbata dal pubblico colto, proseguita almeno fino al lancio del primo Sputnik da parte dei russi, avvenimento che giunse come una doccia fredda per tutti coloro che avevano coltivato la convinzione che la conquista dello spazio sarebbe stata un'impresa totalmente americana. Questa «scuola» aveva come organi le pubblicazioni periodiche di fantascienza, e in particolare una di esse, «Astounding Science Fiction», sulle cui pagine esordirono i principali scrittori di fantascienza contemporanei: Asimov, Heinlein, van Vogt, Anderson. La personalità più importante, il «maestro» dei vari Asimov ed Heinlein, fu però il direttore di «Astounding», John Campbell, che per più di vent'anni spinse gli autori americani di fantascienza a coltivare l'arte della profezia tecnologica e sociale, incoraggiandoli a rivolgersi domande del tipo: «Prendiamo una data sfera dell'attività umana; quale potrà essere il suo aspetto tra cinquanta, tra cento anni?», e del tipo: «Immaginiamo che si possa inventare una macchina che svolga una certa funzione; come reagirà la società alla sua introduzione, come cambieranno le strutture sociali per accoglierla nel loro contesto?». Come si vede, sono domande non lontane da quelle della futurologia colta, che fino ad allora erano state poste da autori isolati, da Verne a Wells; con Campbell e la sua scuola la profezia divenne un lavoro collettivo: ciascuno scrittore utilizzava le immagini create da altri scrittori e le sviluppava

ulteriormente, e John Campbell, dalla sua poltrona di direttore, accettava per la pubblicazione quelle che risultassero coerenti con il corpus precedente di racconti già editi. All'attività direttoriale di Campbell sono legati i temi caratteristici della fantascienza: il concetto che la conquista dello spazio dovesse risultare analoga alla conquista del West americano, la convinzione che la creazione di intelligenze artificiali portasse a robot con aspetto e psicologia umanoide, l'idea che le conquiste della tecnologia fossero sempre e comunque positive.

Sono concetti ingenui, e la presa di coscienza del fatto che la realtà fosse più complessa delle ottimistiche previsioni della fantascienza si ebbe proprio con il lancio dello Sputnik: crollò in quel momento la convinzione che lo spazio fosse in qualche modo assegnato alla scienza americana, e il crollo coinvolse le altre riposanti certezze della fantascienza.

Il processo di revisione così innescato diede i suoi frutti, comunque, soltanto in un secondo tempo, dando alla *science fiction* classica il tempo di dare alla luce il suo figlio più celebre, il film di fantascienza degli anni cinquanta, legato alla conquista dello spazio. In questi film l'esplorazione dei pianeti del nostro sistema solare si svolge sulla falsariga di quanto era stato immaginato nelle riviste del Trenta: un progresso regolare e pianificato, in cui la tecnologia è alleata dell'uomo ed è sempre benevola e amica.

Il periodo ottimistico della cinematografia profetica americana inizia con la figura del produttore George Pal e termina con l'opera conclusiva del filone spaziale: *2001 Odissea nello spazio*, girato con tecniche americane, sempre più perfette, e diretto con mano europea, volta a mostrare come la conquista dello spazio e l'im-

patto col futuro siano esperienze culturalmente ben più coinvolgenti.

Con *2001* il futuro riacquista la sua ambiguità e, in un certo senso, la sua grandiosità.

Prendendo come periodo centrale del film di fantascienza il periodo ottimistico degli anni cinquanta, i film precedenti assumono la caratteristica di precursori, e quelli successivi vengono a essere misurati con il metro di quelli del periodo centrale, che è l'unico in cui siano bene amalgamate le tre componenti del film di fantascienza: la componente spettacolare propria della cinematografia, quella romanzesca ovvero ideologica, costituita dalla trama della narrazione e dall'avvicinarsi delle emozioni dei protagonisti, e infine quella profetica che è caratteristica della fantascienza in se stessa, letteraria o cinematografica che sia. Nella produzione recente si trascura invece la dimensione profetica, sia perché si punta soprattutto sullo spettacolare, sia perché ci si è resi conto che le profezie conservano un fondo di ambiguità e non ci esonerano dai rischi della scelta.

Nella rassegna dei film di fantascienza che è parte di Futurama si è voluto recuperare come centrale lo spirito ottimistico-profetico presente nella produzione degli anni cinquanta, allorché si immaginava un progresso scientifico privo di rischi e potenzialmente infinito. Nei decenni successivi questo ottimismo ha lasciato il campo dei registi e si è insediato in quello dei creatori di effetti speciali, che oggi sono tornati a costituire una nuova «scuola di profezia», diversa dalle precedenti perché non si preoccupa delle finalità narrative per le quali verranno utilizzati i modellini e gli scenari prodotti dal reparto scenografia: in film della recente produzione come *Alien* e *Bladerunner* coesistono un ottimismo verso la capacità di costruire macchine

sempre più perfette e un pessimismo di fondo sulla capacità di utilizzarle, ma con una speranza di redenzione ad opera di una qualche «minoranza oppressa» (la donna, unica superstite alla fine di *Alien* e i «replicanti» di *Bladerunner*). L'ottimismo di questa produzione è da ricercarsi nella convinzione che la società nel suo insieme contenga ancora la possibilità di rinnovamento ma che questa possibilità vada ricercata mediante una serie continua di scelte impegnative. Dalla fiducia nella pianificazione che caratterizzava gli anni cinquanta e che il film di fantascienza proiettava nello spazio si è passati oggi a una fiducia nell'azione costruttiva, da intraprendere ogni volta *ex novo*.

La scuola della profezia ha rivelato come la profezia non debba essere un'alternativa all'azione.

Il futuro della città e della casa

Nell'ambito di Futurama ha un particolare rilievo la vita quotidiana o, meglio ancora, gli effetti che su questa ha la cultura in generale e la tecnologia in particolare.

Nella mostra «La frontiera della tecnologia» un'ampia sezione è dedicata alle tecnologie della casa; ma il tema è affrontato soprattutto con l'altra mostra dedicata ai modi in cui gli «architetti» hanno pensato, dall'Ottocento in poi, al futuro della città e della casa.

Questa mostra si articola in due sezioni:

La prima di natura storica, espone una selezione di progetti e idee con cui architetti e uomini di cultura – a partire dalla rivoluzione industriale – hanno tentato di immaginare il futuro in accordo con le loro convinzioni ideologiche e con il loro pensiero politico e sociale.

La seconda sezione è dedicata alle riflessioni

sul tema fatte dalla cultura architettonica contemporanea in Italia.

La sezione storica rende ragione della estrema diversificazione delle proposte presentate organizzandole secondo categorie che rispecchiano le differenti motivazioni culturali.

Tutte queste categorie fanno comunque riferimento al concetto di utopia, in quanto le soluzioni immaginate non furono pensate come immediatamente realizzabili, a causa di impedimenti, di volta in volta, di natura tecnica, sociale, politica, ecc.

Nondimeno viene riconosciuto il valore positivo del grande sforzo di anticipazione, che il più delle volte si è rivelato fruttuoso per la ricerca concreta.

Sono presentati così progetti che hanno riferimento a utopie sociali o religiose, con precisi riferimenti a nuovi assetti della società.

Ci sono proposte che guardano al futuro con gli occhi rivolti al passato e al suo patrimonio di forme e valori.

Ci sono utopie fondate sul rispetto della natura e utopie la cui fede è nello sviluppo del progresso tecnologico; ci sono utopie che fanno riferimento all'esaltazione di valori individuali e poetici.

La sezione dedicata alla cultura architettonica italiana contemporanea non propone invece alcuna sistemazione per categorie concettuali o stilistiche.

Attraverso una selezione significativa delle linee di ricerca più attuali – spesso divergenti fra loro – nel campo della residenza e della città, si fanno parlare in prima persona gli architetti, attraverso i progetti.

Le giornate tecnologiche

La caratteristica principale delle giornate techno-

logiche consiste nell'aver sia momenti di professionalità scientifica, sia occasioni di divulgazione.

Saranno infatti centrate su una conferenza a carattere divulgativo e su un incontro con un pubblico di specialisti, individuato e invitato con la collaborazione dell'Università e del Politecnico di Torino e delle industrie che hanno collaborato con la Fondazione nel realizzare la mostra «La frontiera della tecnologia».

Questi due momenti sono, nell'ottica di Futurama, complementari e convergenti verso un'unica finalità. Attraverso la conferenza a carattere divulgativo si parla al pubblico in generale, e ciò è importante per creare una cultura di fondo in cui il pensiero tecnologico e scientifico non sia più un «oggetto misterioso» e incomprensibile; con i seminari specializzati si vuole contribuire a ravvivare un dibattito tecnico-scientifico che qualche volta mostra segni di stanchezza e si vuole anche mostrare come sarebbe possibile oggi, attraverso le tecnologie di trasporto e di comunicazione, legare *organicamente* una città come Torino, qualche volta giudicata periferica, con i centri di ricerca tecnologica più vitali del mondo.

Le giornate tecnologiche saranno dedicate alla creatività umana e all'uso del computer; alle applicazioni delle bio-tecnologie contro le malattie e contro la scarsità; allo sfruttamento delle risorse del mare e dello spazio; agli sviluppi della tecnologia aeronautica; degli organi artificiali; della fusione nucleare e infine alle telecomunicazioni.

La frontiera della tecnologia

Si tratta di una mostra realizzata con la collaborazione di numerose industrie nazionali.

La mostra è in primo luogo un «manifesto»,

una dichiarazione di capacità progettuale e realizzativa dell'industria italiana che si misura, giorno per giorno, con la frontiera tecnologica. In questo senso le imprese presenti rappresentano l'intera industria nazionale, perché i numerosi vincoli pratici ci hanno obbligato a invitare un numero ristretto di aziende.

La principale esclusione, che desidero sottolineare espressamente, è quella dei robot applicati ai processi produttivi: questa tecnologia, che pur vede l'industria italiana sulla frontiera mondiale, non è stata possibile presentarla per la semplice ragione che i robot sono normalmente molto grandi e in ogni caso necessitano di misure di sicurezza incompatibili con una mostra aperta al pubblico senza particolari accorgimenti.

La seconda finalità è di instaurare un colloquio diretto con i visitatori e in particolare con il pubblico torinese.

Come la multivisione parla con le immagini, le tecnologie viventi, cioè funzionanti o comunque mostrate e spiegate nelle loro logiche oltre che nei loro usi, sono un altro tipo di linguaggio altrettanto diretto e immediato.

Le tecnologie sono organizzate in tre grandi aree.

La prima area è dedicata alle tecnologie di base, alle tecnologie cioè che possono essere considerate veri e propri «mattoni» di altre tecnologie più complesse.

Questa area è divisa poi in quattro sezioni: la microelettronica, le fibre ottiche, i nuovi materiali, la genetica.

La seconda area, la più estesa, è dedicata alla vita quotidiana.

Questo privilegiamento del rapporto fra tecnologia e vita quotidiana è dovuto alla nostra convinzione che se vogliamo «diminuire la fati-

ca di vivere», se vogliamo cioè migliorare la nostra preparazione al bombardamento di novità tecnologiche che già viviamo e che ancor più vivremo nel prossimo futuro, dobbiamo far entrare la logica del pensiero tecnologico nell'universo quotidiano: la via migliore è quindi di parlare e descrivere le tecnologie che consapevolmente o inconsapevolmente usiamo, o dovremo abituarci a usare, nella vita familiare, nel lavoro, nel tempo libero, quando perdiamo la salute fisica o quando vogliamo andare in vacanza all'Elba piuttosto che nel Pacifico.

La vita quotidiana si declina, quindi, con le seguenti sezioni: le telecomunicazioni, la casa, l'ufficio, la salute, i trasporti su strada e aerei. La mostra sarebbe stata monca se non vi fossero state esposte anche le tecnologie che stanno aprendo nuovi «territori» all'uomo: il mare e lo spazio. A questi due temi sono dedicate le ultime sezioni.

Devo precisare che in ciascuna sezione è stato ricavato uno spazio anche per il futuro lontano, per il futuro dopo il 1990. In mancanza, per ragioni comprensibili, di tecnologie funzionanti, si è fatto ricorso a modelli o a audiovisivi.

Un'ultima osservazione: la sequenza tecnologie di base, tecnologie della vita quotidiana, tecnologie dei grandi sistemi, mare e spazio, fornisce l'occasione per l'ultima riflessione. La necessità di far avanzare la frontiera tecnologica su un grande spettro di tecnologie perché i nessi e i rapporti reali che si stabiliscono fra i differenti sentieri di ricerca sono complessi e intrecciati e un paese come il nostro ha necessità di avere una frontiera tecnologica ampia e a largo spettro.

Si crea così, fra l'altro, un tessuto di conoscenze che influenza e ottimizza i risultati dei singoli sentieri di ricerca.

Essere informati per poter decidere

Tutte le iniziative di Futurama sono strumenti per promuovere un dialogo fra quanti intuiscono l'importanza di una « cultura del futuro » per potersi preparare a gestire le novità tecnologiche come un'occasione di miglioramento delle nostre condizioni di vita. Questo dialogo sarà però efficace solo quando diventerà partecipazione attiva di molti.

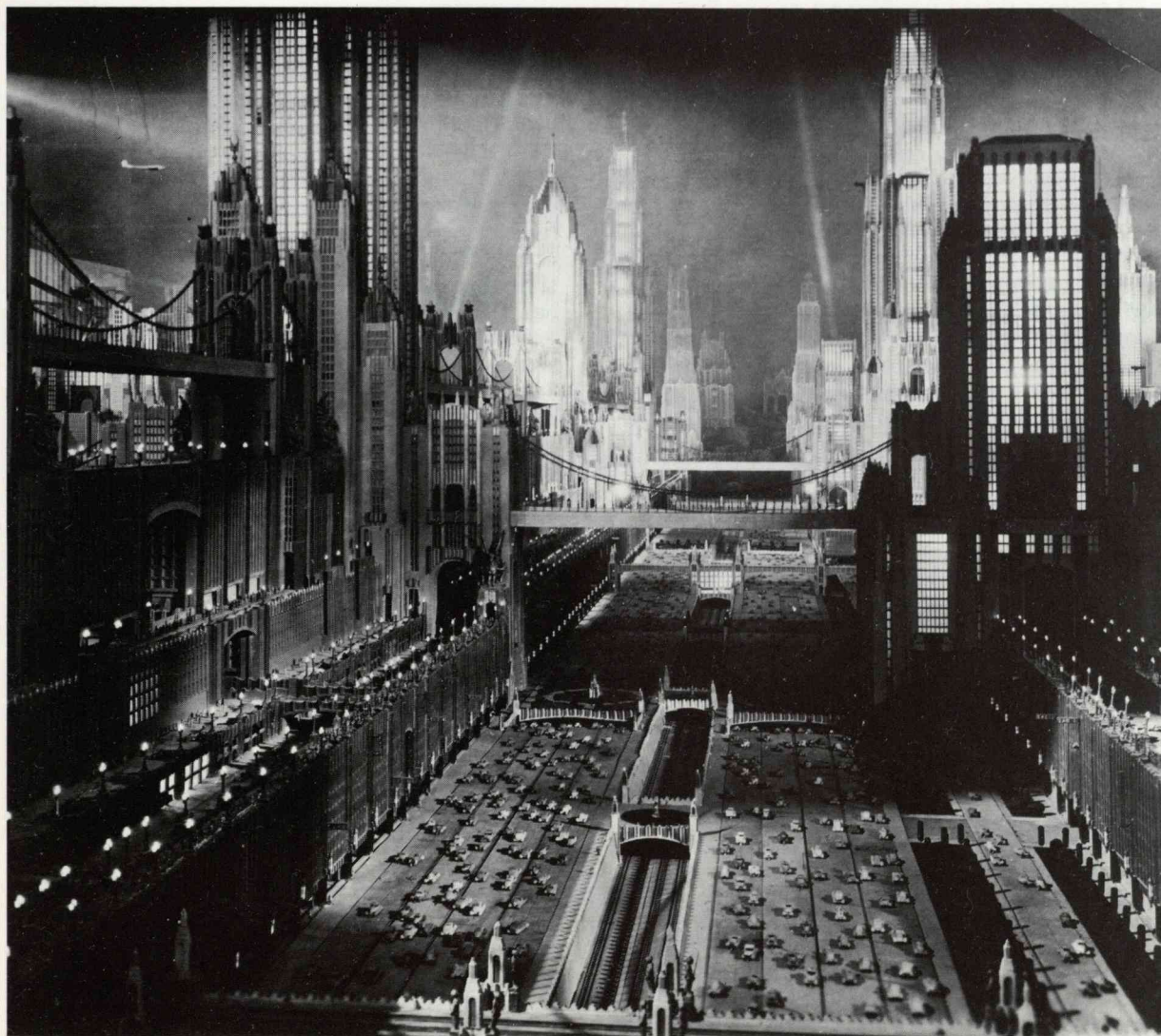
L. Einaudi intitolò una sua *Predica inutile* « Conoscere per deliberare ». « ...Alle nostre deliberazioni manca il fondamento primo: conoscere », scriveva, e si chiedeva « giova deliberare senza conoscere? ».

Ecco, queste parole servono a concludere la presentazione di Futurama perché confermano che se mutano i tempi resta l'esigenza di alcune regole fondamentali, di cui la prima è informarsi prima di decidere. Se, però, sessant'anni fa solo poche persone erano interessate a questo problema, oggi interessa ciascuno di noi. Da qui la necessità di offrire una prospettiva di riflessione sul futuro a tutti, ed in particolare alla gente comune, perché il futuro sarà condizionato e deciso dalle scelte di milioni di persone, in pratica da tutti noi.

È per iniziare a rispondere a questa domanda di conoscenza e di informazione che Futurama è nato, con le ricerche, le mostre, la multivisione, il cinema di anticipazione, le conferenze scientifiche e divulgative. Per rendere chiaro a tutti, anche ai più frettolosi e distratti, che intorno a noi il mondo sta mutando e che il futuro è già cominciato.

(Marcello Pacini,
Direttore Fondazione Giovanni Agnelli)

Scenografia per il film «Just
Imagine» di D. Butler (1930)



Le nuove biotecnologie

G. Milanesi, Istituto di Genetica del CNR

Nella loro definizione più comprensiva, le biotecnologie sono quei procedimenti mediante i quali materiali naturali o sintetici vengono trasformati in prodotti utili mediante l'uso di «agenti biologici»: questi ultimi possono essere, a seconda dei casi, interi organismi (ad esempio microorganismi) oppure componenti purificati da organismi (ad esempio enzimi, usati per accelerare reazioni biochimiche).

Come è facile verificare, questa definizione si applica perfettamente a un buon numero di attività produttive umane, anche tra le più antiche: l'uomo ha imparato da millenni a sfruttare, ad esempio, le capacità fermentative di certi microorganismi per produrre vino, birra, pane, formaggio. Anche processi come la selezione di piante utili in agricoltura e la selezione mediante incroci di varietà pregiate di animali in zootecnia rientrano legittimamente nella definizione di biotecnologie.

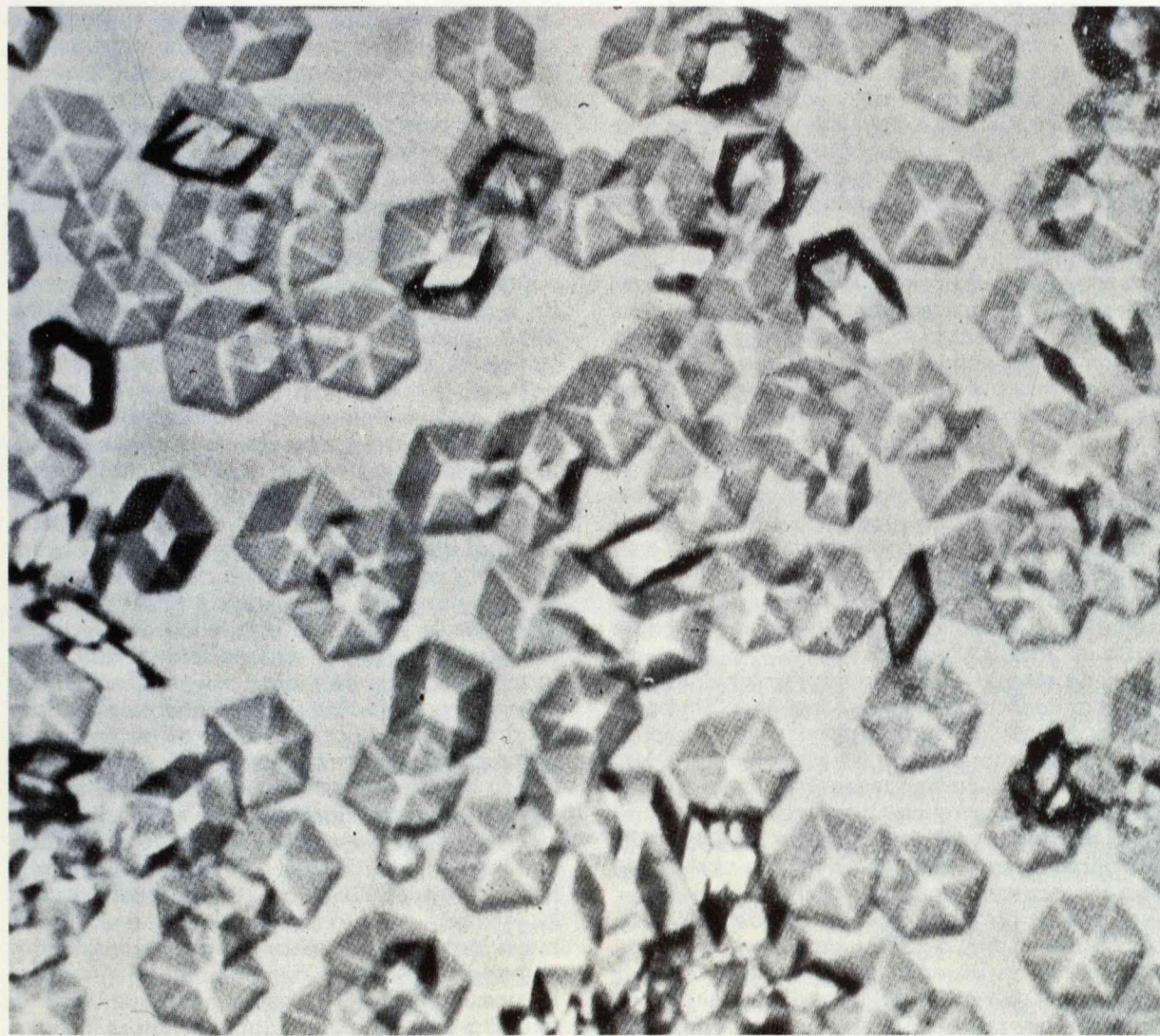
Queste biotecnologie «antiche» erano basate, naturalmente, sul più totale empirismo, spesso (come nel caso delle fermentazioni) addirittura ignorando l'intervento di un agente biologico nel processo. Con il progredire delle conoscenze biologiche e in particolare della microbiologia (in pratica, nell'ultimo secolo) abbiamo scoperto e capito, nei loro dettagli innumerevoli e a volte insospettati, proprietà di esseri viventi, molte delle quali si sono rivelate sfruttabili a scopi produttivi. La produzione di antibiotici e vaccini, il miglioramento della tecnologia alimentare, la produzione in massa di un singolo tipo di microorganismo (*biomassa*) da usare come mangime per animali, il trattamento dei rifiuti e delle acque inquinate, sono esempi di biotecnologie che fanno ormai parte del bagaglio tecnologico di tutti i paesi avanzati.

Per quanto sofisticate, le biotecnologie che ab-

biamo citato finora sono tutte basate su proprietà di organismi naturali, quali si sono selezionati nel corso dell'evoluzione delle specie. Recenti, esplosivi progressi nel campo della biologia molecolare e cellulare hanno reso possibile la modificazione permanente del «programma» funzionale di esseri viventi, la creazione di nuove forme di vita. Queste modificazioni ereditarie vengono ottenute con mezzi completamente artificiali, operativamente diversi da quelli naturali dell'incrocio e della selezione. Grazie ad esse è possibile ad esempio, «costruire» microorganismi con nuove capacità sintetiche, prese a prestito da altri microorganismi o da animali; è addirittura possibile inserire permanentemente nel corredo genetico di animali superiori caratteri derivati da animali diversi, superando così per la prima volta nella storia degli esseri viventi le barriere tra le specie.

Queste prodezze sperimentali dei biologi stanno rapidamente traducendosi in una nuova generazione di biotecnologie, dette (per il momento) «avanzate», che promettono di rivoluzionare i metodi di produzione di molte industrie e che, già nei prossimi decenni, potrebbero influenzare profondamente il nostro modo di vita. Alla base di queste biotecnologie avanzate stanno, essenzialmente, tre acquisizioni tecnologiche ottenute in anni recenti e divenute ormai fondamentali per la ricerca biologica: a) la manipolazione dei geni (nota come ingegneria genetica o tecnologia del DNA ricombinante), b) l'inserzione di geni estranei in cellule di organismi superiori c) la fusione di cellule per la produzione di anticorpi di un tipo unico (anticorpi monoclonali).

Cristalli di insulina purificata



La manipolazione dei geni

Il DNA, come è noto, è una lunga catena di nucleotidi e i geni sono segmenti di DNA che, attraverso la sequenza dei nucleotidi, codificano proteine. Siccome tutto ciò che una cellula contiene o sa fare è determinato dalle proteine che produce, la «definizione» di ogni cellula è scritta nei suoi geni e quindi nel suo DNA. Quando una cellula si divide, ciascuna delle due cellule figlie riceve una copia di DNA identico a quello della cellula madre, così che i caratteri di quest'ultima vengono trasmessi alla generazione successiva. Questo è il principio fondamentale della biologia; fino a non molti anni fa, esso aveva avuto, nella maggior parte dei casi, solo conferme sperimentali piuttosto indirette, perché era estremamente difficile isolare e studiare singolarmente i geni delle cellule, anche delle più semplici. Per avere un'idea di cosa significa isolare un gene, basta pensare che se l'informazione codificata sul DNA di una cellula umana venisse trasferita su un nastro magnetico, questo risulterebbe lungo 190 km, mentre un gene sullo stesso DNA sarebbe codificato in circa 10-20 cm di nastro!

La prima scoperta che permise l'isolamento e lo studio dettagliato dei geni delle cellule più complesse fu quella degli *enzimi di restrizione*. Questi permettono di tagliare qualunque DNA a siti definiti, in corrispondenza di brevi, specifiche sequenze di nucleotidi, individuando così punti di riferimento precisi anche sui DNA più complicati. I frammenti di DNA che così si ottengono possono poi essere «trapiantati», con vere operazioni di microchirurgia del DNA, su certi piccoli DNA circolari autonomi detti *plasmidi*, presenti in molti tipi di batteri. Dopo il trapianto, i plasmidi ibridi così costruiti (detti *ricombinanti*) possono essere reinseriti nei bat-

teri di origine; qui, se il taglio e il trapianto sono stati eseguiti opportunamente, il frammento di DNA inserito potrà «esprimersi», cioè far produrre dal batterio ospite la proteina per cui porta l'informazione. Il gene estraneo entra così a far parte stabilmente del corredo genetico del batterio e viene trasmesso ai suoi discendenti.

Si ottengono in questo modo due risultati assai importanti: è possibile, facendo moltiplicare il batterio che contiene un dato plasmide ricombinante, ottenere numerosissime copie del plasmide e quindi del gene estraneo in esso inserito: questo può allora essere preparato in quantità sufficienti per studiarlo dettagliatamente (in particolare, determinarne la sequenza esatta dei nucleotidi e leggere direttamente il «messaggio» in esso contenuto) o per manipolarlo ulteriormente, ad esempio per farlo esprimere con migliore efficienza. L'altra possibilità offerta dai plasmidi ricombinanti è quella di far produrre ai batteri che li contengono grosse quantità della proteina codificata dal gene trapiantato.

Entrambe le possibilità offerte da queste tecniche, che sono ormai alla portata di moltissimi laboratori, sono state ampiamente sfruttate, sia per la ricerca biologica fondamentale che per scopi produttivi. La possibilità di isolare e caratterizzare geni anche dalle cellule più complesse ha permesso, ad esempio, di identificare nel DNA umano normale geni potenzialmente in grado di causare tumori (*oncogeni*); ha permesso inoltre di identificare direttamente alla fonte, cioè sul DNA, alcuni difetti ereditari quali la talassemia e l'anemia falciforme, aprendo nuove prospettive nel campo della consultazione genetica e delle diagnosi prenatali.

La possibilità di fare produrre a batteri grandi quantità di proteine prodotte in natura da altri

organismi è quella che più direttamente si presta ad applicazioni di tipo industriale. I batteri sono organismi facili da coltivare in grandi quantità e molte industrie, in primo luogo quelle farmaceutiche, sono già perfettamente attrezzate per questo processo.

La «costruzione» di batteri con nuove capacità sintetiche è particolarmente utile nel caso di proteine di interesse farmacologico che vengono fabbricate solo in piccole quantità dall'organismo «produttore naturale», o quando la loro purificazione è difficile e costosa, oppure quando l'organismo produttore è patogeno e di difficile manipolazione. Tra le proteine di questo tipo il cui gene è stato isolato e inserito in un plasmide, e che quindi possono ora essere prodotte da batteri, si possono citare:

l'insulina, una piccola proteina-ormone che regola il metabolismo degli zuccheri, assente o inattiva nei diabetici: questi vengono trattati con iniezioni dell'ormone, che viene solitamente purificato dal pancreas del maiale;

l'ormone della crescita, un'altra proteina con funzione ormonale, che potrebbe essere usato per curare alcuni casi di nanismo e di crescita ritardata: viene normalmente purificato dalle ipofisi di cadaveri, da cui si ricavano quantità piccolissime;

l'interferon, una proteina in grado di combattere molte infezioni virali e che potrebbe essere efficace contro certe forme di cancro: viene prodotto da cellule umane coltivate, con rese molto basse e altissimi costi di produzione;

il vaccino contro l'epatite virale di tipo B: a tutt'oggi non si riesce a crescere il virus di questa grave malattia in coltura ed è quindi impossibile averne in quantità sufficienti per preparare un vaccino con metodi tradizionali.

Inserzione di DNA estraneo in cellule di organismi superiori

L'inserzione di geni eterospecifici in batteri, grazie all'esistenza dei plasmidi, non presenta grossi problemi. Elementi analoghi ai plasmidi non sono però stati ancora trovati nelle cellule di organismi superiori, animali o piante. L'inserzione permanente di DNA estraneo in queste cellule è stata quindi per molto tempo considerata tecnicamente impossibile. Solo infettando la cellula con virus opportunamente manipolati, nel cui DNA fosse stato inserito il frammento di DNA desiderato, era possibile far penetrare e integrare nuovi geni nelle cellule coltivate di organismi superiori. La presenza del DNA virale aveva però in genere effetti non desiderabili sulla cellula infettata e limitava notevolmente l'utilità della tecnica.

È comprensibile quindi l'interesse che suscitò tra i biologi alcuni anni fa la scoperta che le cellule di animali superiori, opportunamente trattate in coltura possono anch'esse ricevere DNA dall'esterno e incorporarlo nel proprio: si vide anzi che queste cellule sono assai meno selettive dei batteri nell'accettare DNA estraneo e incorporano in pratica DNA di qualunque provenienza. Ciò è, a posteriori, perfettamente giustificato da un punto di vista biologico, poiché gli animali superiori passano l'informazione genetica alle generazioni successive attraverso le cellule germinali (uova e spermatozoi), che sono di solito ben protette entro le gonadi e non corrono il rischio di essere esposte a DNA estraneo. La scoperta di questa «ricettività» delle cellule animali per DNA esogeno eliminava la necessità di usare vettori virali e apriva un nuovo capitolo nelle manipolazioni genetiche.

La prima idea di applicazione utile per l'uomo suggerita dalla possibilità di *transfettare* cellule

animali (questo è il nome tecnico dell'operazione) è quella della *terapia genica*, cioè la possibilità di curare difetti ereditari trapiantando geni «sani» nelle cellule di individui affetti. Esistono centinaia di malattie ereditarie (cioè causate da errori nel DNA) e molte di esse derivano da errori in un singolo gene: talassemia, anemia falciforme, emofilia, fenilchetonuria, distrofia muscolare di tipo Duchenne sono le più note. Alcune di queste malattie riguardano un solo organo: è quindi pensabile di prelevare cellule dell'organo affetto, coltivarle *in vitro*, inserire in esse una o più copie del gene «sano» (purificato da cellule di un individuo normale) e quindi trapiantare queste cellule nell'organo affetto, prendendo opportune precauzioni perché esse abbiano il sopravvento su quelle non manipolate, che contengono ancora il gene difettoso.

Per quanto realizzabile in linea di principio, questo approccio terapeutico presenta ancora grosse difficoltà tecniche: una di queste è il DNA estraneo viene incorporato dalla cellula in modo impreciso, e non c'è modo, per il momento, di controllare il numero di copie di geni integrati né i siti a cui si integrano. Ciò in pratica significa che non si possono escludere danni o effetti secondari causati da integrazioni del DNA estraneo in regioni del DNA cellulare importanti per il corretto funzionamento della cellula.

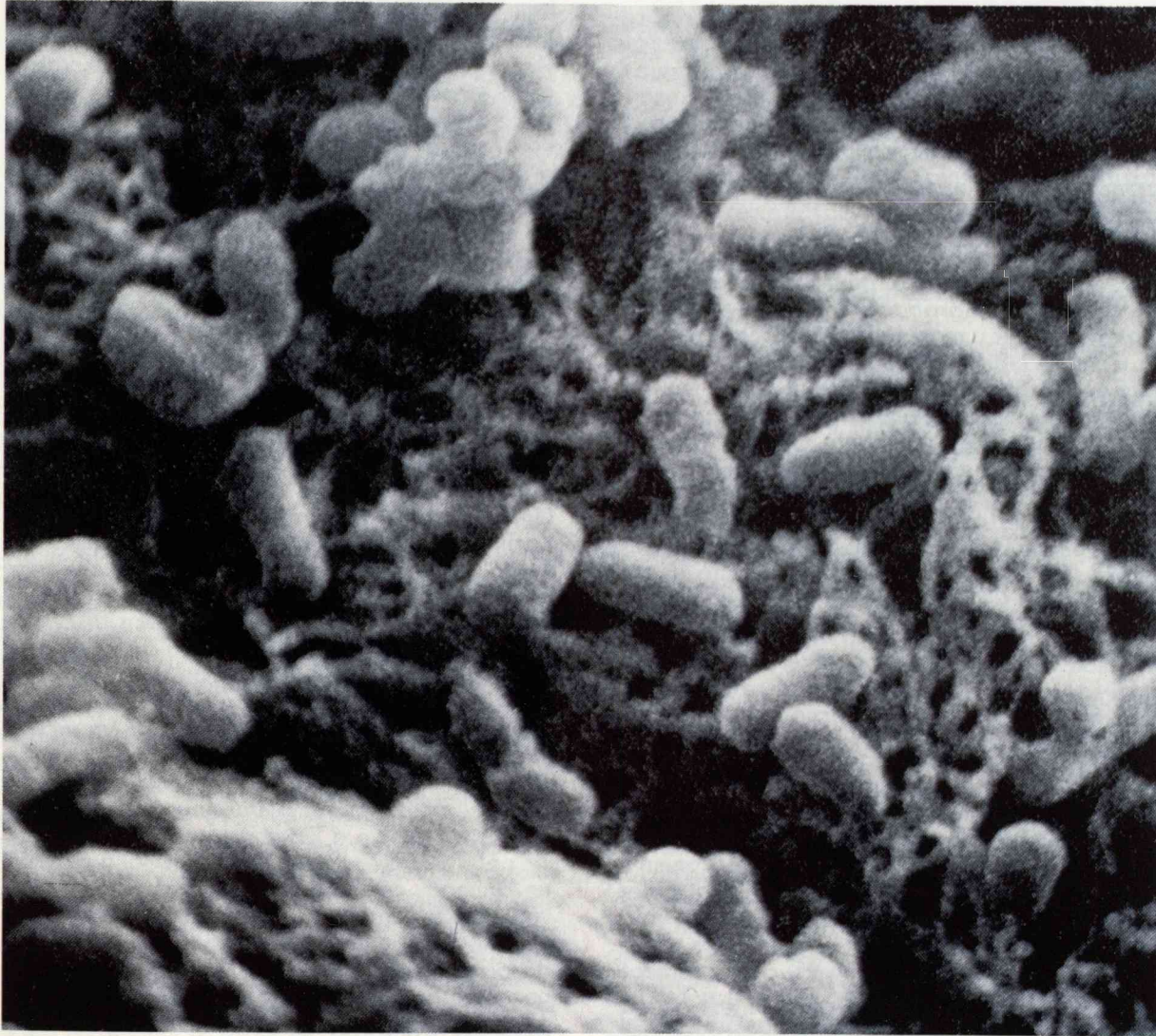
L'altra grossa difficoltà è rappresentata dal trapianto delle cellule «curate» nell'organo affetto: quando un esperimento di questo tipo fu tentato su due pazienti talassemici nel 1980, le cellule di midollo osseo in cui era stato inserito il gene normale per la β -globina (la talassemia è causata da un difetto in questo gene) non attecchirono quando vennero trapiantate nel midollo del paziente, o comunque non diedero luogo

alla sintesi di quantità apprezzabili di β -globina. È probabile tuttavia che queste difficoltà vengano superate nei prossimi anni.

Più immediata sembra invece la possibilità di sfruttare l'inserzione di geni estranei in cellule animali a fini produttivi. Molte proteine di cellule superiori vengono elaborate dopo la loro sintesi, ad esempio con l'aggiunta di brevi catene di zuccheri o di lipidi. Se il gene per una proteina di questo tipo viene inserito in un batterio, l'elaborazione della proteina corrispondente non avviene: per alcune importanti proteine di interesse farmacologico, quali l'interferon o certe proteine virali da usare come antigeni, può quindi essere interessante inserire i geni corrispondenti in cellule animali facili da coltivare *in vitro* e da crescere in grandi quantità. L'efficienza della produzione della proteina può essere aumentata inserendo copie multiple del gene o facendolo precedere da opportuni segnali di controllo che ne aumentano l'espressione.

La possibilità più strabiliante rivelata da recenti esperimenti è tuttavia quella di iniettare direttamente geni estranei (mediante una microsiringa) in uova fecondate di animali. I geni iniettati possono allora integrarsi nel DNA della cellula iniettata, e siccome questa si sviluppa poi in un individuo completo, tutte le cellule di quest'ultimo conterranno i nuovi geni, che potranno inoltre essere trasmessi ai discendenti dell'animale «transgenico». Si prospetta quindi, pur con tutte le limitazioni dovute all'imprecisione dell'inserzione dei geni iniettati nel DNA ricevente, la possibilità di «costruire» animali con un corredo genico maggiorato. Un esempio spettacolare delle possibilità di questa manipolazione genica di uova fecondate o di embrioni a stadi molto precoci si ebbe alcuni mesi fa, quando

*Costruzione di plasmidi
ricombinanti contenenti
frammenti di DNA di un'altra
cellula*



alcuni ricercatori statunitensi riuscirono a « produrre » un topo grande il doppio del normale iniettando in un uovo fecondato di topo numerose copie del gene dell'ormone della crescita isolato da un ratto. È assai probabile che queste tecniche avanzate trovino importanti applicazioni in zootecnia, rendendo possibili rapidi miglioramenti genetici di animali d'allevamento.

Anche in cellule vegetali è possibile inserire DNA estraneo, usando come vettore un plasmide del batterio *Agrobacterium tumefaciens*. Esistono però per il momento ancora gravi difficoltà tecniche per lo sfruttamento di questa tecnica allo scopo di produrre piante di interesse agricolo con corredo genetico migliorato, perché il plasmide in questione (detto *Ti*) contiene geni che inducono tumori nelle piante che li contengono e non è possibile per il momento ottenere una pianta normale a partire da cellule trasformata da *Ti*. La possibilità di introdurre geni nuovi, che conferiscano nuove capacità di crescita o nutritive alle piante di interesse agricolo sarebbe naturalmente di enorme interesse per la produzione agricola.

Anticorpi monoclonali

Gli anticorpi sono proteine prodotte dai linfociti (uno dei tipi di globuli bianchi, presenti nel sangue e nella linfa): essi costituiscono la più valida difesa del nostro organismo contro sostanze estranee. Quando un virus o un batterio o un tessuto estraneo penetrano nell'organismo, qualche molecola (*antigene*) sulla loro superficie viene riconosciuta da un particolare linfocita, che comincia allora a proliferare e a produrre anticorpi capaci di legarsi specificamente all'antigene corrispondente. Ciò causa l'inattivazione del virus o del batterio portatore del-

l'antigene, oppure reazioni allergiche a particolari sostanze con proprietà antigeniche, insomma tutto quell'insieme di fenomeni che vanno sotto il nome di *risposta immunitaria*.

Nel nostro corpo esistono circa 10^{12} (mille miliardi, oltre 1 kg di peso) di linfociti, capaci di produrre milioni di anticorpi diversi e in grado quindi di riconoscere milioni di antigeni. Per quanto le tecniche biochimiche diventino sempre più precise e sofisticate, purificare un particolare tipo di anticorpo tra i milioni di anticorpi diversi presenti nel siero di un animale è impresa assai ardua e comunque fornirebbe solo piccole quantità dell'anticorpo desiderato. Tuttavia, la possibilità di disporre di grosse quantità di anticorpi di un singolo tipo, capaci quindi di riconoscere con estrema specificità un particolare antigene, sarebbe assai utile in medicina e in farmacologia.

Una soluzione alternativa alla purificazione a partire dal siero sarebbe quella di isolare il linfocita capace di produrre l'anticorpo che interessa e farlo moltiplicare al di fuori dell'organismo, ottenendo così un gran numero di cellule capaci di produrre quantità sufficienti di quel dato anticorpo: sfortunatamente i linfociti non sopravvivono a lungo in coltura e la fonte di anticorpo verrebbe quindi presto a mancare. Da qualche anno, tuttavia, è possibile « immortalare » i linfociti al di fuori dell'organismo. La tecnica, messa a punto per la prima volta da Köhler e Milstein a Cambridge nel 1975, consiste nel « fondere » linfociti ottenuti dalla milza di un animale con cellule già « immortali » derivanti da un tumore (le cellule tumorali si moltiplicano indefinitamente in coltura). La fusione dà origine a cellule (dette *ibridomi*) che hanno conservato la capacità di produrre l'anticorpo prodotto normalmente dal linfocita ed hanno in

più acquisito l'immortalità delle cellule tumorali. Ciascun ibridoma e tutti i suoi discendenti formano un *clone* di cellule che producono tutte un unico tipo di anticorpo, che viene detto per questo *monoclonale*, in quantità teoricamente illimitate.

La disponibilità di anticorpi monoclonali permette, grazie alla loro estrema specificità nel legarsi a particolari antigeni, di purificare rapidamente e selettivamente molecole di interesse biochimico e farmacologico (ad esempio antigeni da usare come vaccini), di riconoscere cellule con particolari antigeni sulla loro superficie (e quindi di dirigere con precisione verso cellule-bersaglio composti terapeutici) e di disporre di una fonte costante e teoricamente inesauribile di anticorpi puri di un dato tipo per test immunitari usati in analisi medica.

Prospettive di applicazione delle biotecnologie avanzate

Solitamente, i tempi che intercorrono tra una scoperta scientifica potenzialmente utilizzabile a fini produttivi e la sua effettiva introduzione nel processo di produzione sono piuttosto lunghi: basti pensare ad esempio che la penicillina fu scoperta da Fleming nel 1929 e solo nel 1943 fu possibile produrla su scala industriale. Tuttavia, l'interesse suscitato nel mondo economico e industriale dalle nuove biotecnologie è tale che, grazie a considerevoli investimenti, la loro traduzione in procedimenti di produzione sta avvenendo con notevole rapidità. Alcuni prodotti di industrie farmaceutiche ottenuti con le tecniche del DNA ricombinante sono già in commercio ed altri, già prodotti, aspettano solo l'autorizzazione degli Enti di controllo competenti.

Quasi tutte le possibili applicazioni di biotecnologie avanzate a processi produttivi possono

essere considerate in una prospettiva a breve o medio termine:

in *medicina* sono già disponibili alcuni kit diagnostici basati su test immunitari con anticorpi monoclonali: il numero di questi reagenti diagnostici è destinato a moltiplicarsi nei prossimi anni; inoltre, sempre nel campo diagnostico, saranno presto disponibili (lo sono già in alcuni laboratori di ricerca) test per la determinazione di difetti ereditari direttamente sui geni implicati per malattie come la talassemia, l'anemia falciforme ed altre;

in *farmacologia* è stata recentemente commercializzata negli USA un'insulina umana prodotta dal batterio *Escherichia coli* in cui il gene dell'ormone è stato introdotto con tecniche di manipolazione genica; la stessa strategia viene attualmente impiegata per produrre, in batteri o in cellule superiori coltivabili, altri ormoni, l'interferon o antigeni puri da usare come vaccini: tra questi ultimi, vaccini contro l'epatite virale, l'Herpes simplex genitale e la rabbia dovrebbero essere i primi ad essere realizzati, seguiti forse da un vaccino contro la malaria; è probabile inoltre che entro breve tempo sarà possibile migliorare mediante manipolazioni genetiche i ceppi di microorganismi produttori di antibiotici, rendendoli più produttivi o più resistenti o addirittura modificando per via genetica l'antibiotico prodotto;

in *veterinaria* e *zootecnia* sono già stati ottenuti con tecniche di DNA ricombinante vaccini contro le gastroenteriti neonatali nei maiali e nei vitelli, ed un vaccino sperimentale (ad azione ancora incompleta) contro l'afta epizootica: a questi si aggiungeranno presto altri vaccini, tra cui quello contro la rabbia; anche la produzione di ormoni animali, come l'ormone della crescita e la prolattina (che regola la produzione

del latte) potrà essere facilmente realizzata con tecniche di manipolazione genica; la possibilità di inserire nuovi geni direttamente nelle uova fecondate di animali potrebbe addirittura portare alla produzione di nuove razze di animali geneticamente stabili e con caratteristiche quali: una crescita più rapida, maggiori dimensioni da adulti (ma non è certo che quest'ultima caratteristica sarebbe economicamente interessante), maggior produzione di latte, ecc. Anche la produzione di biomassa, cioè di grandi quantità di un singolo tipo di microorganismo da usare come complemento di mangime per animali, potrà beneficiare della possibilità di modificare e migliorare il microorganismo prodotto mediante manipolazioni genetiche; l'*industria mineraria* e quella *petrolifera* stanno già utilizzando l'azione di batteri speciali nell'estrazione di metalli e di residui di giacimenti di idrocarburi, e questi microorganismi potranno certamente essere migliorati mediante manipolazioni genetiche; microorganismi per la produzione di combustibili come alcol etilico o alcol metilico dalla cellulosa potranno essere resi più efficienti con l'inserzione di nuovi geni; infine, la maggior parte di quei processi industriali che utilizzano catalizzatori organici o inorganici per accelerare reazioni chimiche potranno quasi sicuramente essere resi più efficienti utilizzando come catalizzatori microorganismi interi opportunamente manipolati nei loro geni, o enzimi da essi prodotti: molte industrie alimentari basate sulle fermentazioni (ad esempio quella casearia) e molte industrie chimiche potranno beneficiare delle nuove biotecnologie.

Le nuove biotecnologie in Italia

A dispetto della scarsità di investimenti pubblici

e privati in questo settore, le biotecnologie avanzate sono presenti anche in Italia. Numerosi gruppi di ricerca, quasi tutti di Enti pubblici quali l'Università o il Consiglio Nazionale delle Ricerche, sono attivamente impegnati in ricerche biologiche che implicano l'uso di queste tecnologie avanzate. Molti di questi gruppi sono competitivi a livello internazionale e tutti, nel loro insieme, costituiscono un bagaglio di «know how» tecnologico che ci mette alla pari con i paesi più avanzati. Tuttavia, a parte qualche rara eccezione, l'attività di questi gruppi resta in genere confinata alla ricerca biologica fondamentale, come è comprensibile che sia ad esempio nell'ambito dell'Università. Le eccezioni sono rappresentate da alcune industrie che hanno costituito gruppi di ricerca in cui si studia la possibilità di applicare le nuove biotecnologie a precisi processi produttivi (produzione di anticorpi, ormoni, vaccini), oppure da contratti di ricerca tra industrie e gruppi di ricerca di Enti pubblici. A confronto del livello raggiunto nella ricerca biologica di base, si può certamente concludere che l'impegno nell'applicazione delle biotecnologie avanzate ai processi produttivi è ancora inadeguato nel nostro paese.

Dal confronto con altri paesi industrialmente avanzati (Stati Uniti, Francia, Inghilterra, Germania, Giappone) risulta evidente che da noi non si sono verificate due condizioni necessarie che, alternativamente o insieme, hanno invece determinato nel campo delle biotecnologie lo sviluppo esplosivo di attività produttive e di ricerca in altri paesi: l'investimento di capitale privato e la programmazione da parte di Enti pubblici.

L'interesse del capitale privato per le biotecnologie avanzate negli Stati Uniti ha dato luogo negli ultimi anni al moltiplicarsi di Società che

eseguono o coordinano ricerche allo scopo di mettere a punto (e brevettare) nuovi procedimenti di produzione basati sulle nuove biotecnologie. La consistenza e il valore di queste Società è assai variabile e possono andare dall'eccellente (la Genentech di San Francisco conta ormai quasi 500 dipendenti, tra cui molti scienziati di primissimo piano) al fittizio (in alcuni casi si tratta di pure operazioni finanziarie a scopo speculativo). Il loro insieme tuttavia costituisce uno strato di attività di ricerca e sviluppo che collega la ricerca biologica fondamentale all'industria e conferisce agli Stati Uniti un incontestabile vantaggio in questo campo su tutti gli altri paesi. Molto più recentemente e con notevole ritardo, iniziative simili sono sorte anche in Francia e in Inghilterra, ma in proporzioni molto più modeste. La riluttanza a investire capitali privati in questo campo in Europa è probabilmente determinata dal fatto che si tratta di investimenti dai tempi e dagli esiti abbastanza incerti. In Italia, la mancanza di una solida tradizione di ricerca biologica nella maggior parte delle industrie potenzialmente interessate e gli scarsi contatti tra i centri di ricerca fondamentale e l'industria, contribuiscono a scoraggiare ulteriormente investimenti privati in questo settore.

In altri paesi nei quali si è esitato ad investire capitale privato nelle moderne biotecnologie, come ad esempio in Giappone, c'è stato un deciso intervento del governo. Preceduto da uno studio accurato, l'intervento si è concretizzato in massicci investimenti per finanziare ricerche in campi precisi, sia direttamente da parte del governo (in Giappone) sia con partecipazioni in Società già esistenti (come ad esempio in Inghilterra).

In Italia purtroppo, alle esitazioni del capitale

privato si accompagna un preoccupante disinteresse dei poteri pubblici per quella che, a giudizio unanime degli esperti, viene ormai considerata come la tecnologia che caratterizzerà la fine di questo secolo. L'unica iniziativa concreta in questa direzione è costituita dal Progetto Finalizzato Ingegneria Genetica e Basi Molecolari delle Malattie Ereditarie del CNR; esso però si rivolge soprattutto al mondo accademico e si traduce, per la sua stessa natura, in un generico incoraggiamento a svolgere ricerche fondamentali implicanti biotecnologie moderne, senza poter compiere scelte precise, che richiederebbero ben altri investimenti.

Nei confronti degli altri paesi industrializzati, stiamo quindi accumulando un grave ritardo, non tanto per ciò che riguarda la ricerca biologica di base, quanto nelle applicazioni delle tecniche della biologia moderna ai processi produttivi. Un ritardo tanto più grave se si considera che in un paese come il nostro, che non produce materie prime per l'industria tradizionale, un'industria di trasformazione basata su tecnologie avanzate rappresenta in pratica l'unica prospettiva per la nostra economia.

*(G. Milanesi, Università di Pavia,
Ist. di Genetica biochimica ed evoluzionistica
del CNR)*

Telecomunicazioni: situazione attuale e prospettive future

F. Carassa, Csel

Lo scambio di informazioni fra uomini e/o macchine elettroniche è l'oggetto delle telecomunicazioni; il predetto scambio avviene utilizzando *reti di telecomunicazioni*, che hanno la massima espressione nella *rete pubblica mondiale*. Questa rete viene giustamente citata come il più complesso sistema mai costruito dall'uomo.

Vi sono in realtà, nella situazione odierna, due classi principali di reti: reti diffusive (fig. 1) che provvedono alla distribuzione unilaterale (dal centro alla periferia) di uno stesso segnale a tutti gli utenti allacciati alla rete (ad esempio rete di diffusione televisiva) e *reti interattive o convenzionali* (fig. 2) in cui qualsiasi utente può collegarsi con un altro utente (o con pochi altri utenti) per *scambiare* bilateralmente informazioni nel senso citato all'inizio (ad esempio rete telefonica pubblica). Questo secondo tipo di rete costituisce un sistema di gran lunga più complesso del primo, a causa della necessità di stabilire di volta in volta le connessioni richieste.

Nelle figure 1 e 2 è indicata con linea sottile la *rete locale* (o rete d'utente), mentre a tratto spesso è indicata la *rete di interconnessione* anche a grande distanza, che può eventualmente comprendere collegamenti intercontinentali.

La principale rete interattiva è la rete telefonica (cui appunto la fig. 2 si riferisce): una è in grado di trasmettere il segnale telefonico, ossia di trasferire, mediante correnti elettriche, le vibrazioni acustiche incidenti sul microfono del parlatore in vibrazioni acustiche prodotte dal ricevitore telefonico all'altro estremo. Queste vibrazioni sono contenute nell'intervallo compreso fra 300 e 3400 vibrazioni al secondo, mentre la musica, come sa bene chi si occupa di alta fedeltà, si spinge fino a 15000 o 20000 oscillazioni al secondo. Frequenze ancora più alte sono

interessate dalla televisione, che, secondo la norma adottata anche in Italia, arriva a oltre 5 milioni di oscillazioni al secondo. Più è grande la frequenza massima da trasmettere e più onerosa la trasmissione. Ad esempio, la televisione, la cui frequenza massima, come si è visto, è oltre 1000 volte quella del segnale telefonico, può essere trasmessa in alternativa a circa 1000 segnali telefonici.

Nella rete telefonica, la rete d'utente è stata costruita usando essenzialmente linee *bifilari in cavo* (fig. 3), mentre la rete di interconnessione è stata costruita, nell'ambito urbano, generalmente ancora mediante linee bifilari in cavo e per le distanze maggiori adottando, in misura continuamente crescente, *mezzi trasmissivi a larga banda* capaci di trasmettere contemporaneamente molti segnali opportunamente fra loro associati.

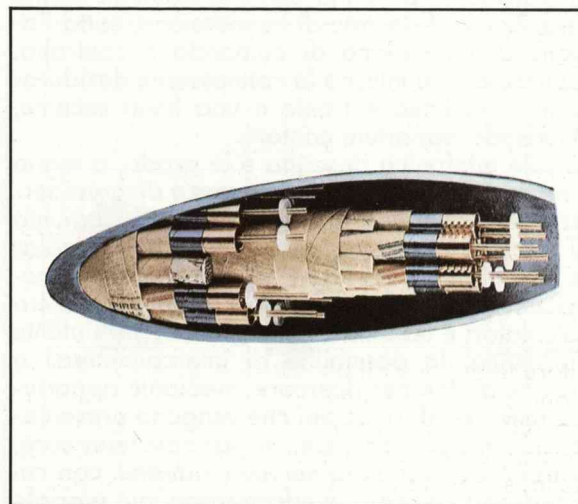
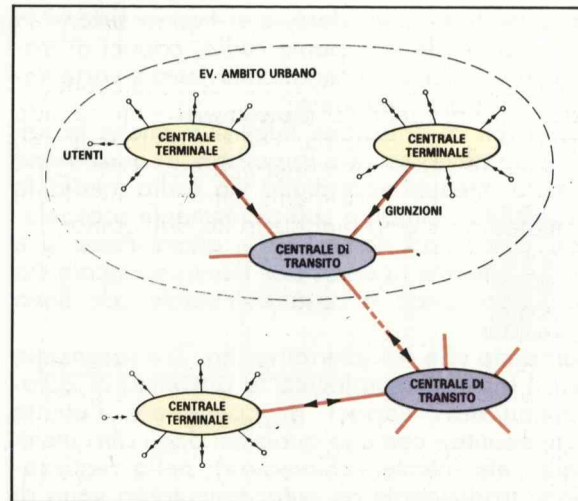
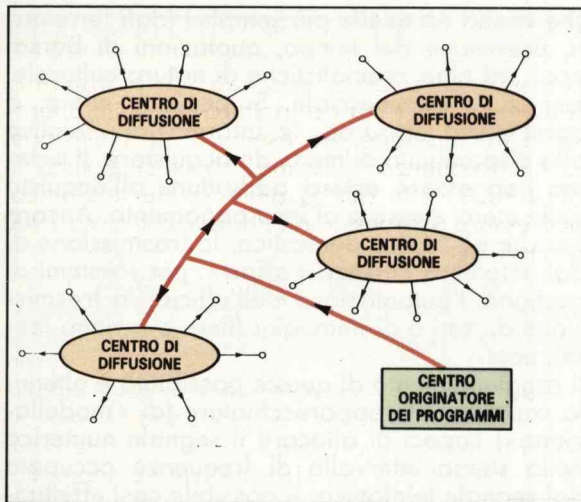
Questi mezzi trasmissivi a larga banda sono:

- i *cavi coassiali* (fig. 4) nei quali ogni linea coassiale può arrivare oggi a trasmettere 10.800 canali telefonici, introducendo, lungo percorsi anche di migliaia di chilometri, un amplificatore ogni chilometro e mezzo;
- i *ponti radio a microonde* (fig. 5) nei quali ogni onda può trasmettere oltre 3000 canali telefonici, con stazioni intermedie spaziate di 50 o più chilometri.

Anche nelle reti di diffusione televisiva (fig. 1) la rete di interconnessione è a larga banda, poiché, come si è detto, il segnale televisivo equivale a circa 1000 segnali telefonici; questa rete di interconnessione è dunque stata attuata con lo stesso tipo di mezzi trasmissivi (ponti radio e cavi coassiali) usati per la rete di interconnessione telefonica.

In vari casi, anzi, la rete di interconnessione telefonica e quella per la diffusione televisiva so-

(da sin.) Rete diffusiva; rete
interattiva; linee bifilari in
cavo; cavo coassiale



no state fatte coincidere, e si hanno sistemi in cavo coassiale e in ponte radio, capaci di trasmettere insieme un canale televisivo e varie migliaia di canali telefonici.

Nelle reti di diffusione televisiva anche le reti d'utente *deve* essere a larga banda: questa rete è stata ottenuta soprattutto via radio mediante trasmettitori circolari sufficientemente sopraelevati e ricevitori domestici; in alcuni Paesi si è anche ottenuta la diffusione televisiva locale via cavo, arrivando a casa dell'utente con linea coassiale.

Tornando alle reti interattive (fig. 2) è essenziale per il loro funzionamento la presenza di *autocommutatori* capaci di connettere l'utente «chiamante» con uno qualsiasi degli altri utenti della rete (utente «chiamato»): nella realizzazione tradizionale gli autocommutatori sono di tipo elettromeccanico. In una soluzione di questo genere, ad esempio una centrale telefonica di transito si presenta schematicamente come nella figura 7: la rete di connessione, sotto l'azione di un sistema di comando e controllo, realizza al suo interno la connessione desiderata fra una linea entrante e una linea uscente, chiudendo opportuni contatti.

La rete telefonica descritta è in grado, a mano a mano che si manifesta l'esigenza di nuovi servizi, di trasmettere, in alternativa o in aggiunta al segnale telefonico, altri segnali, in particolare segnali numerici (dati). Questi segnali numerici interessano ad esempio i collegamenti fra calcolatori e terminali; ciò significa, per l'utente domestico, la possibilità di interconnettersi a banche di dati per ricercare, mediante opportuna tastiera, informazioni che vengono presentate, nel caso più semplice, sul normale televisore. Si tratta del ben noto *servizio videotel*, con cui si possono chiedere le informazioni più svariate

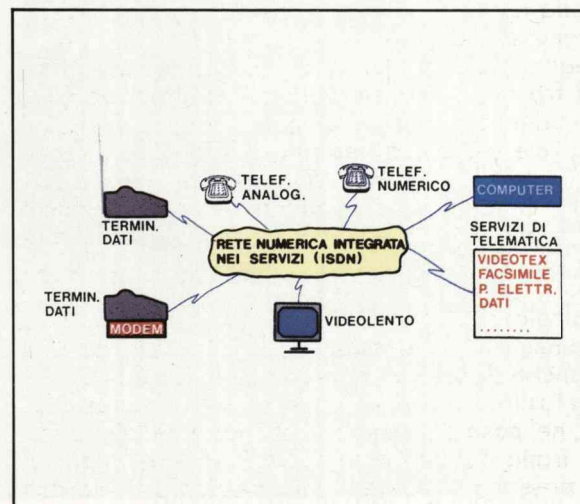
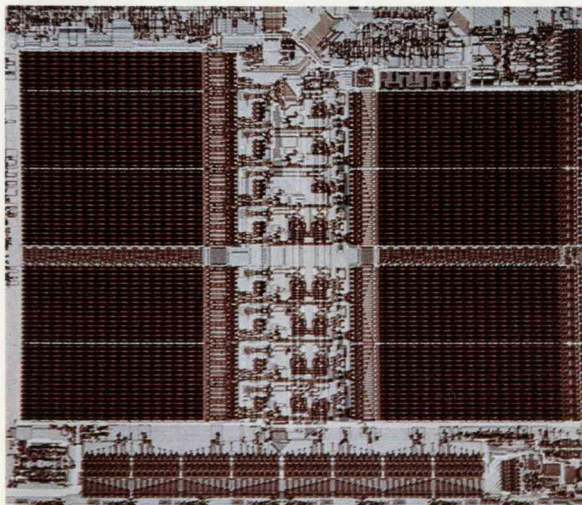
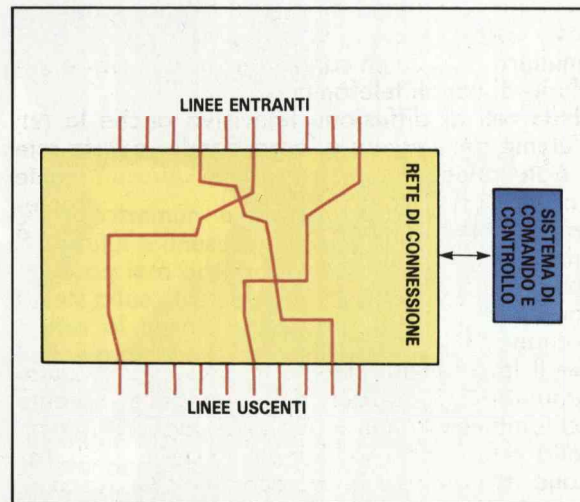
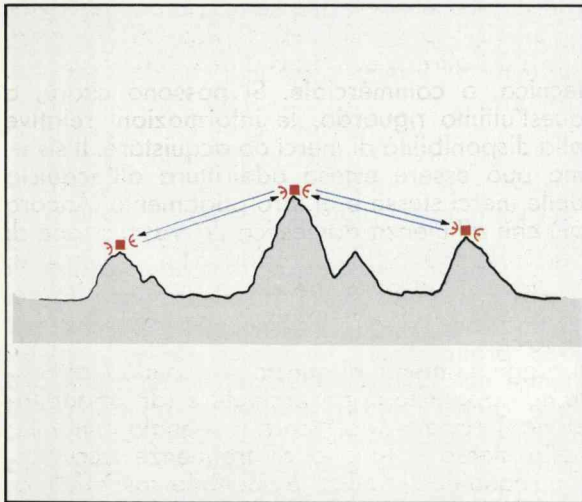
che vanno da quelle più semplici (dati ferroviari, previsione del tempo, quotazioni di borsa, ecc.), ad altre specialistiche di natura culturale, tecnica, o commerciale. Si possono citare, a quest'ultimo riguardo, le informazioni relative alla disponibilità di merci da acquistare. Il sistema può essere esteso addirittura all'acquisto delle merci stesse e al loro pagamento. Ancora più che all'utenza domestica, la trasmissione di dati interessa l'utenza «affari», per i sistemi di gestione, l'automazione dell'ufficio, la trasmissione di testi e di immagini (fisse o a ritmo lento), ecc.

Il raggiungimento di queste possibilità è ottenuto con apposite apparecchiature (di «modellazione») capaci di allocare il segnale numerico nello stesso intervallo di frequenze occupato dal segnale telefonico: è possibile così effettuare trasmissioni a velocità di qualche migliaio di cifre binarie per secondo, cui corrisponde ad esempio la trasmissione di una pagina con disegni o scritti in un centinaio di secondi.

Le reti di telecomunicazioni stanno oggi vivendo una grande evoluzione tecnica e strutturale che ha come base la rappresentazione dei segnali in *forma numerica*. Questa è a sua volta facilitata dallo straordinario sviluppo delle tecnologie elettroniche, in particolare quelle dei circuiti integrati a semiconduttore (fig. 8).

Cosa vuol dire, per esempio, rappresentare un segnale telefonico in forma numerica? Vuol dire non trasmettere più una corrente elettrica che riproduca con continuità, in *forma analogica*, la pressione acustica, ma trasmettere sequenze di impulsi che rappresentano numericamente la misura della pressione stessa, presa a intervalli regolari. Per non perdere in fedeltà è necessario che queste misure vengano prese molto frequentemente, almeno 8000 volte per secondo. E

(da sin.) Ponte radio a microonde;
centrale di transito elettromeccanica;
circuito integrato; rete numerica
integrata nei servizi



poiché ogni misura deve essere trasmessa con un numero di 8 cifre binarie, la trasmissione richiede un ritmo di 64000 cifre binarie per secondo.

Anche il segnale televisivo può essere trasmesso in forma numerica e richiede 80 milioni di cifre binarie per secondo.

I vantaggi della trasmissione numerica sono molteplici: a) tutti i segnali (presenti e futuri) assumono la stessa forma, così che essi possono essere convogliati indifferentemente sulla stessa rete, entro i limiti di velocità di cui la rete è capace; b) il segnale numerico può attraversare molte apparecchiature e mezzi trasmissivi senza subire degradazioni, consentendo così il raggiungimento di una qualità di servizio molto superiore; c) i segnali numerici possono essere elaborati con le tecniche proprie dei calcolatori elettronici, aprendo possibilità che saranno illustrate più avanti; d) la forma numerica consente di effettuare la commutazione delle centrali con mezzi totalmente elettronici, agendo con procedure molto snelle sui segnali in arrivo e in partenza.

Anche i comandi delle centrali diventano elettronici e cioè costituiti da speciali calcolatori: questi sono capaci di gestire un numero anche molto grande di connessioni e di offrire molti nuovi servizi. Tra questi servizi possiamo ricordare: la documentazione automatica degli addebiti, la selezione abbreviata che consentirà a ciascun utente di chiamare con due sole cifre i numeri più usuali, il trasferimento di chiamata mediante il quale si potrà chiedere che le chiamate presso la propria abitazione vengano automaticamente trasferite ad altro numero dove l'utente si trova, ecc. Con ulteriori espansioni saranno possibili altri servizi come il deposito di messaggi e il loro inoltrare differito.

I calcolatori di comando consentono anche di effettuare una continua autodiagnosi del sistema migliorandone fortemente l'affidabilità.

Dal punto di vista industriale l'avvento delle centrali elettroniche rappresenta il fatto più rilevante delle nuove reti di telecomunicazioni.

Rispetto alle centrali elettromeccaniche, le centrali elettroniche otterranno una riduzione d'ingombro di oltre un'ordine di grandezza ed una riduzione dei consumi superiore ad un ordine di grandezza. Queste centrali elettroniche, la cui installazione è già iniziata, costituiranno nel 1988 praticamente la totalità delle forniture, mentre nel 1955 diventeranno la maggioranza delle centrali in servizio per raggiungere nel decennio successivo la quasi totalità. L'ottenimento di questa evoluzione sarà conseguito rendendo in un primo tempo numerici i segnali all'ingresso delle centrali terminali; più avanti si trasformeranno in numeriche anche le linee d'utente, così che il segnale diventerà numerico entro l'apparecchio telefonico.

A questo stadio la rete sarà completamente numerica, con un flusso numerico da e verso l'utente di 64000 cifre binarie per secondo (si adotterà in pratica un valore un po' superiore: 80000 cifre binarie al secondo). È evidente che in queste condizioni l'utente potrà trasmettere e ricevere non solo il segnale telefonico numerico ma anche qualsiasi altro segnale che stia entro il limite di velocità citato. La rete assumerà la denominazione di *rete numerica integrata nei servizi*. Tali servizi potranno consistere (fig. 9) nella trasmissione di dati, di testi e di immagini (fisse o ad aggiornamento lento), ottenendo l'accesso a banche di dati, la posta elettronica, i collegamenti con calcolatori, e così via.

Mentre avvengono o si programmano questi sviluppi nelle reti interattive, anche le reti diffu-

*Satellite Intelstat V avente una
capacità di 24.000 canali
telefonici*



sive di televisione offrono il nuovo servizio *teletel* che consiste nel trasmettere, nell'intervallo tra un quadro televisivo e il successivo, un certo numero (dell'ordine delle centinaia) di « pagine » d'informazione numerica che possono essere presentate a scelta dell'utente sul televisore (indicazioni di avvenimenti importanti, orari di treni ed aerei, informazioni meteorologiche, ecc.).

Tornando alle reti interattive e in particolare alla rete pubblica, l'evoluzione cui si è fatto cenno comporta l'introduzione della trasmissione numerica su tutti i mezzi trasmissivi, in particolare sui mezzi trasmissivi esistenti che rappresentano un rilevante investimento di capitale. Per quanto riguarda le linee bifilari in cavo, l'ostacolo maggiore alla loro utilizzazione con segnali numerici (che comportano l'uso di frequenze superiori) è rappresentato dagli accoppiamenti fra le linee d'uno stesso cavo, che producono interferenze fra i segnali. Circa i cavi usati nella rete di interconnessione a breve distanza (fig. 2) è stato da tempo dimostrato che si può trovare in un cavo una buona percentuale di linee (circa il 30%) sufficientemente disaccoppiate tra loro così da poter trasmettere su di esse un segnale numerico alla velocità di 2 milioni di cifre binarie al secondo, che corrisponde a 30 canali telefonici. In questo caso è necessario disporre di apparecchiature intermedie lungo il cavo, ogni 1,8 chilometri. Questa soluzione è stata la prima fatta nell'ambito numerico ed ha consentito un'assai migliore utilizzazione dei cavi, evitando tra l'altro di dover posare cavi nuovi per far fronte agli incrementi di traffico.

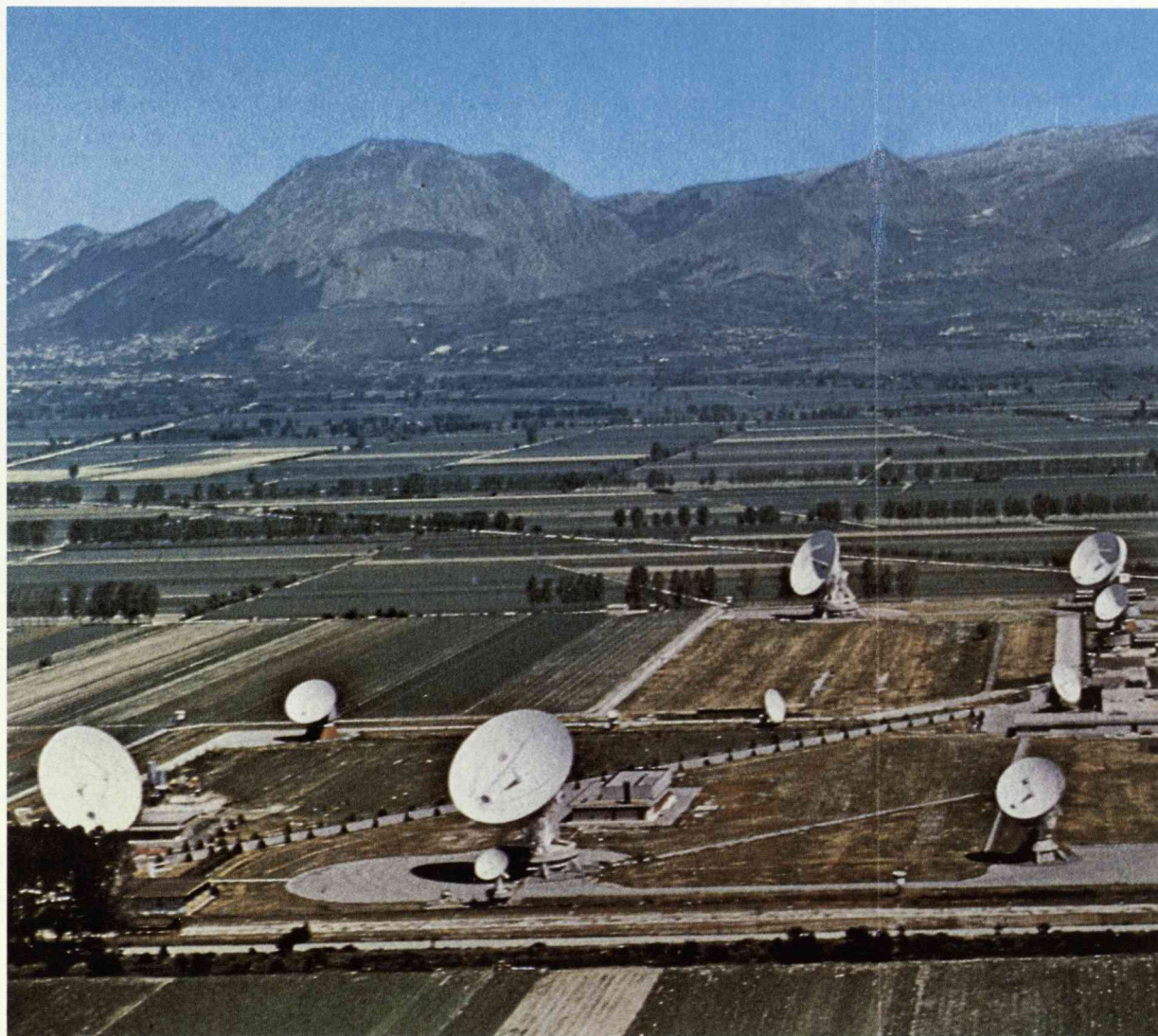
Circa le linee d'utente, la situazione è peggiore poiché i cavi terminali hanno un numero di linee molto minore ed è difficile trovare linee suf-

ficientemente lontane fra loro in modo da avere accoppiamento basso. È solo grazie al fatto che la velocità richiesta è limitata a quella relativa al segnale fonico (64000-80000 cifre binarie al secondo) che è possibile anche in questi cavi utilizzare in numerico una buona percentuale delle linee.

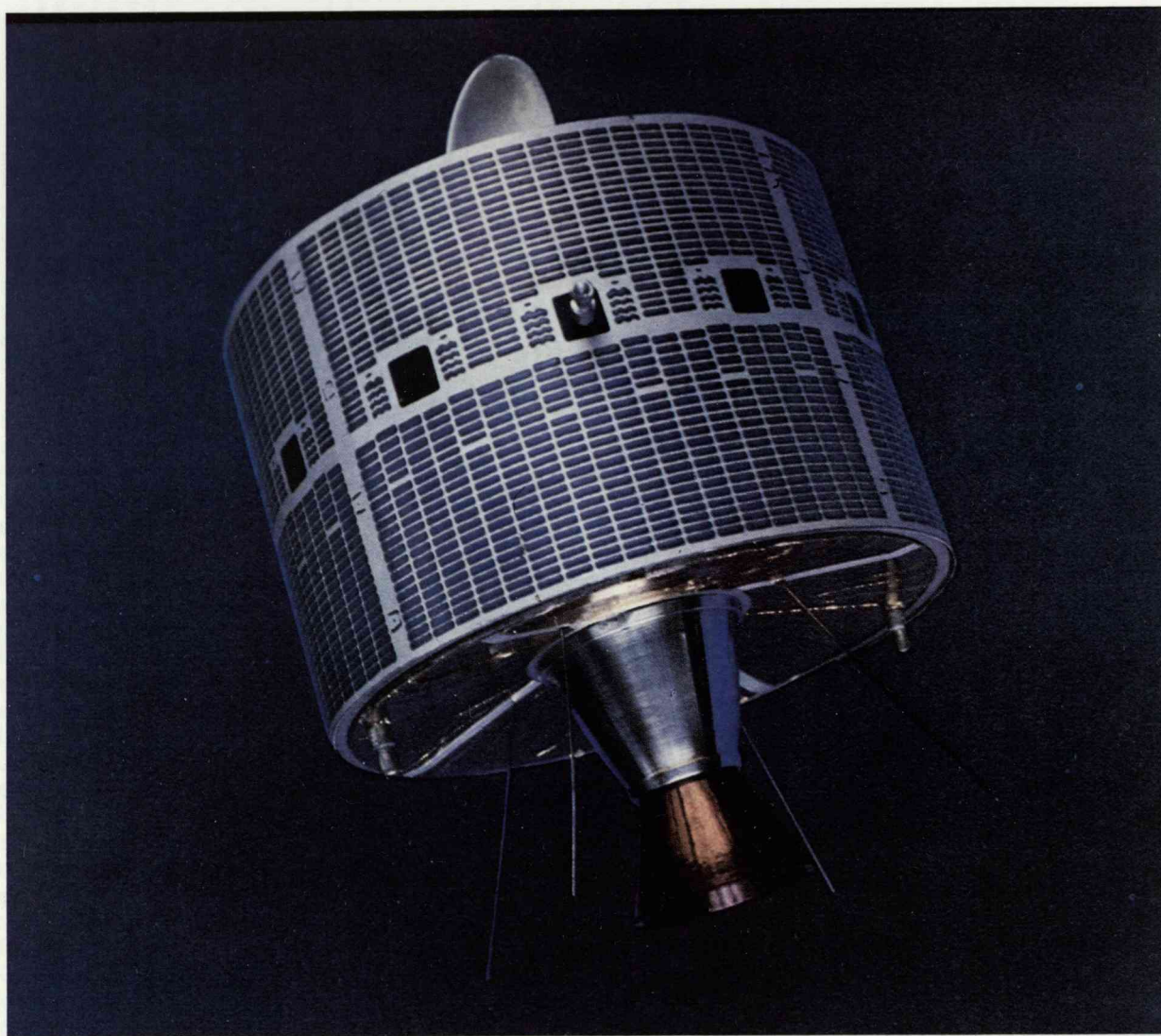
Per quanto riguarda i mezzi di trasmissione a grande distanza (cavi coassiali e ponti radio per microonde) la trasformazione in numerico è fattibile, anche se con qualche sacrificio nella capacità totale di trasmissione e nei costi. Sono invece inerentemente adatti alla trasmissione numerica i nuovi mezzi trasmissivi, quali satelliti e fibre ottiche.

I sistemi via satellite hanno già avuto una grande affermazione sui collegamenti intercontinentali, per i quali l'Intelsat (il Consorzio Internazionale per le Comunicazioni mediante Satelliti) ha messo in opera una rete mondiale con circa 2000 stazioni terrene (figg. 10 e 11), mediante la quale anche Paesi prima isolati hanno potuto inserirsi direttamente nella comunità dei Paesi sviluppati. Gli avanzamenti tecnologici più recenti, e quelli in corso attualmente, rendono sempre più interessante l'applicazione dei satelliti anche su distanze minori, non solo in ambiti continentali ma addirittura in ambiti nazionali di paesi piccoli come il nostro. Il satellite avrà così modo di contribuire grandemente allo sviluppo delle reti di telecomunicazioni nazionali, essendo in grado di mettere in atto molto rapidamente un'intera rete di interconnessione numerica, dotata tra l'altro di grande flessibilità, poiché il traffico complessivo smaltibile dal satellite può essere ripartito fra le stazioni terrene in modo variabile a seconda delle necessità, adattandosi a variazioni di esigenze come quelle che si manifestano durante le vacanze o in

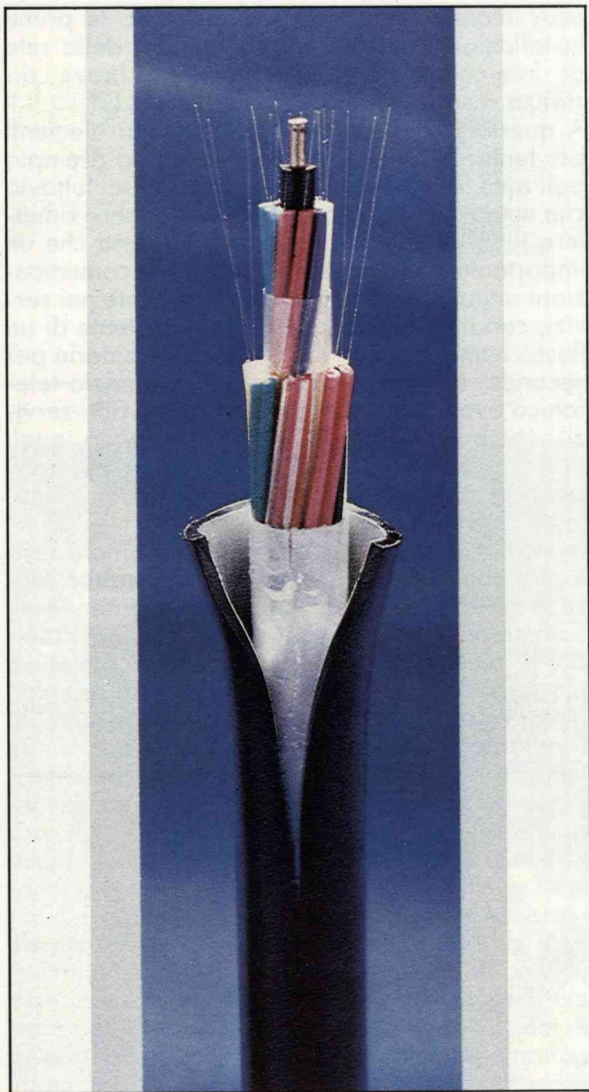
*La stazione della Telespazio al
Fucino*



Il satellite Sirio



*(sin.) Una fibra ottica e un
cavo di fibre; (alto) sala per
videoconferenze*



occasione di emergenze. Le frequenze elevatissime, che il satellite italiano Sirio (fig. 12) è andato a sperimentare nello spazio, consentiranno di ottenere per questi satelliti domestici le rilevanti capacità di trasmissione necessarie (in un Paese come l'Italia potrà occorrere, nel Duemila, un satellite con capacità di oltre 50000 canali telefonici).

Il satellite verrà usato in ambito nazionale non solo nelle reti interattive, ma anche per attuare reti di diffusione televisiva, trasmettendo i segnali direttamente a piccole stazioni di utente, aventi antenne con diametro intorno al metro. Secondo gli accordi internazionali sono stati assegnati ad ogni Paese cinque canali televisivi via satellite, che però deborderanno ampiamente oltre i confini nazionali, così che per esempio nell'Italia del Nord saranno disponibili oltre 20 canali europei.

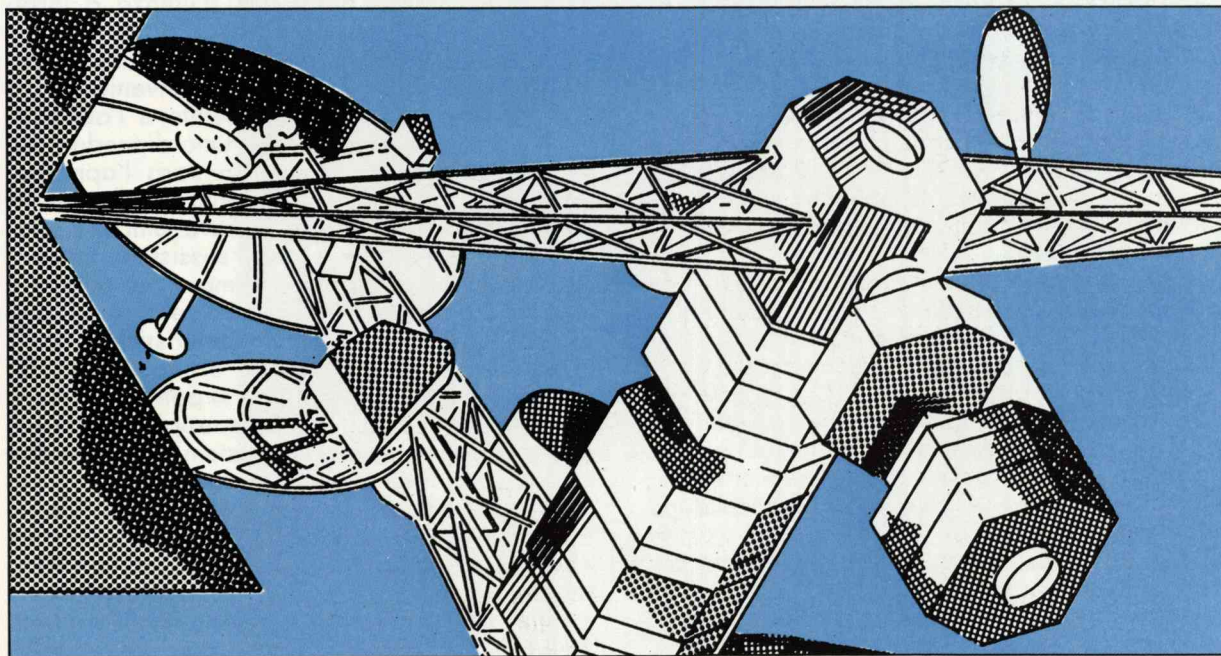
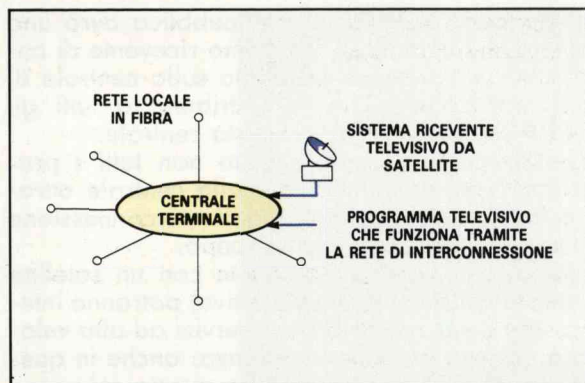
Nel campo dei mezzi trasmissivi fisici, il grande protagonista del futuro è la fibra ottica, che può trasmettere con grande facilità segnali numerici mediante impulsi di luce (in realtà nel campo dell'infrarosso) ottenuti da laser e rivelati da appositi fotorivelatori. La fibra, che ha dimensioni esterne dell'ordine del decimo di millimetro (fig. 13) ha la caratteristica di non essere suscettibile alle interferenze e di presentare una bassissima attenuazione per i segnali che vi transitano. I risultati più recenti ottenuti nei laboratori, indicano un'attenuazione di 0,2 decibel per chilometro, ciò comporta la possibilità di trasmissione, anche a altissima velocità (ad esempio oltre 500 milioni di cifre binarie al secondo), con apparecchiature di linea distanti fra loro fino a 100 chilometri. Ciò significa poter fare tutti i collegamenti della rete a breve e media distanza senza apparecchiature intermedie. Nel 1988 si avrà il primo cavo ottico transatlan-

tico; intanto procedono con successo le prime installazioni commerciali nell'ambito della rete di interconnessione soprattutto a breve distanza.

A questo punto abbiamo abbastanza elementi per tentare uno sguardo sul futuro, ad esempio agli anni intorno al Duemila, ben consci tuttavia che nuovi sviluppi tecnologici potrebbero rimettere tutto in discussione. Abbiamo visto che un importante obiettivo delle reti di telecomunicazioni attuali è la rete numerica integrata nei servizi, con messa a disposizione dell'utente di un flusso numerico a 64000-80000 cifre binarie per secondo, capace di assicurare un servizio telefonico avanzato e una molteplicità di altri servizi «compatibili» con la predetta velocità, quali la trasmissione di testi, pagine con scritti, disegni o grafici, dati per collegamento con calcolatori, immagini fisse o a ritmo lento.

Nonostante tutto ciò rappresenti un ampio ventaglio di possibilità, ben di più si potrebbe fare se la velocità adottabile verso l'utente non fosse limitata a quella corrispondente al segnale fonico. Si intravede su questa strada un obiettivo più lontano, che è la *rete integrata di seconda generazione*, nella quale si può prevedere la fornitura all'utente di flussi di informazioni con velocità variabile a seconda della necessità, fino a decine di milioni di cifre binarie al secondo. In questo modo grandi masse di dati potrebbero essere trasferite in tempi assai più brevi di quelli necessari con la rete di prima generazione: ad esempio con una velocità di 2 milioni di cifre binarie al secondo una normale pagina dattiloscritta (recante eventualmente anche disegni e grafici) potrebbe essere trasmessa in tempi dell'ordine di mezzo secondo. Più affascinante ancora è la possibilità, nella rete di seconda generazione, di trasmettere immagini

*Distribuzione televisiva locale
in fibra ottica; disegno
illustrativo di una parte di
piattaforma spaziale*



in movimento (televisione), ciò che comporta tra l'altro la possibilità della videoconferenza (fig. 14) che può consentire una notevole riduzione dei viaggi d'affari o comunque una riduzione della loro continua crescita. Per l'utenza domestica una conversazione visiva (videotelefono o videoconferenza) è più lontana nel tempo, ma va messa pure tra gli obiettivi, insieme con la possibilità di accedere a programmi musicali e televisivi (anche di tipo educativo) prelevabili mediante ricerca a distanza, da apposite nastroteche e discoteche. Tutto ciò richiede una rete d'utente a larga banda ossia ad alta velocità, con prestazioni ben superiori a quelle ottenibili dalle attuali linee bifilari. La fibra ottica è la risposta più avanzata e più generale a questo problema, tanto è vero che esperimenti al riguardo sono in corso in varie parti del mondo, mediante le così dette «città cablate». Con una rete d'utenza in fibra, la rete integrata può assumersi anche il carico di provvedere ai servizi diffusivi: programmi di televisione e programmi musicali di alta qualità, eventualmente selezionabili a distanza tra una grande quantità di programmi offerti.

Ci si potrebbe domandare quale potrebbe essere a quell'epoca il ruolo rispettivo di satelliti e di fibre ottiche, in particolare nei riguardi dell'utente. Incominciamo dai servizi diffusivi. Il satellite resterà, a quanto possiamo oggi intravedere, il mezzo più semplice ed efficace per coprire al 100% il territorio da servire: tuttavia è probabile che non sia sempre conveniente per tutti gli utenti farsi la propria apparecchiatura ricevente; a tempi brevi sarà senz'altro così e gli utenti di uno stesso palazzo avranno interesse a mettere in atto un unico sistema ricevente di comunità con una distribuzione interna in cavo o in fibra. Questo concetto ha un'immediata

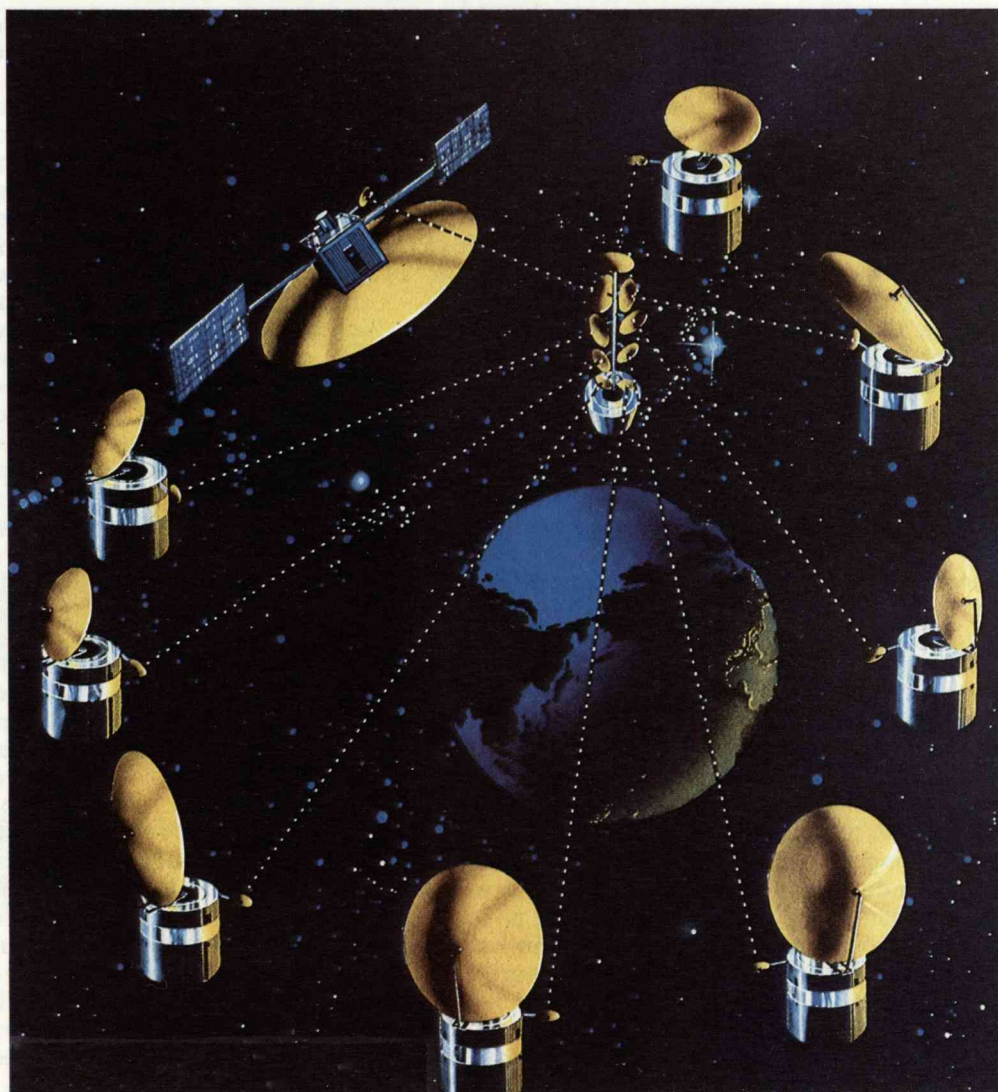
estensione: quando la rete pubblica avrà una rete d'utente in fibra, il sistema ricevente di comunità potrà essere installato sulla centrale di commutazione locale e distribuito a tutti gli utenti che fanno capo a questa centrale.

Naturalmente in questo caso non tutti i programmi debbono giungere alla centrale attraverso il satellite; tutta la rete di interconnessione può essere adoperata allo scopo.

Stazioni operanti direttamente con un satellite (questa volta in forma interattiva) potranno interessare l'utenza affari per i servizi ad alta velocità, inclusa la videoconferenza: anche in questo caso saranno interessati a questa soluzione gli utenti più isolati, mentre gli altri avranno interesse a servirsi della rete d'utenza a larga banda.

Certamente è difficile prevedere, nei tempi lunghi, quali saranno i confini di convenienza fra l'allacciamento diretto al satellite e l'allacciamento tramite la rete locale: tutto dipenderà da quanto complicata e costosa sarà l'apparecchiatura individuale e da quanto economica diventerà la rete terrestre in fibra ottica. Certamente nel campo dei satelliti sussiste la tendenza verso stazioni spaziali sempre più potenti e quindi apparecchiature di terra sempre più piccole: nelle previsioni più avventuristiche si considerano grandi piattaforme orbitanti (fig. 16), vere isole nello spazio, in cui si potranno fissare quindi antenne o numerose apparecchiature, per esempio relative a vari sistemi nazionali che si possono interconnettere nella piattaforma stessa per attuare i collegamenti internazionali. Piattaforme diverse potrebbero poi essere interconnesse con fasci di microonde ad altissima frequenza, per realizzare i collegamenti intercontinentali. In alternativa alle grandi strutture della figura 16, si possono prevedere grappoli

Grappolo di satelliti



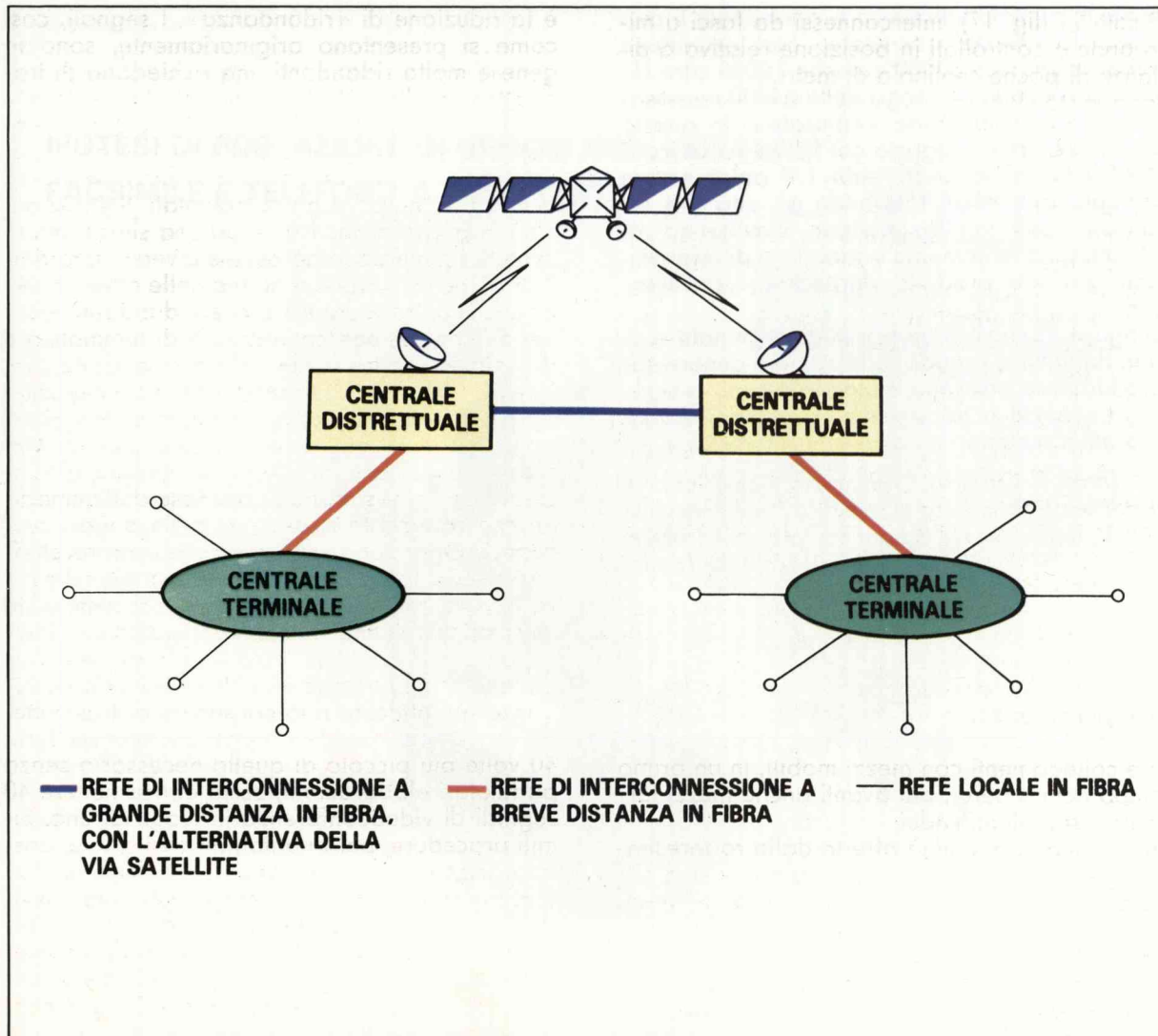
di satelliti (fig. 17), interconnessi da fasci a microonde e controllati in posizione relativa a distanze di poche centinaia di metri.

Per quanto riguarda la rete di interconnessione in fibra ottica, avrà anch'essa crescenti vantaggi, grazie alla continua riduzione del costo della fibra e del numero di apparecchiature intermedie necessarie, l'insensibilità alle interferenze e la grandissima capacità di trasmissione con dimensioni dei cavi molto piccole. Un'integrazione dei due mezzi si presenta con caratteristiche molto interessanti: in un primo tempo sfruttando la capacità del satellite di mettere in atto rapidamente una rete di interconnessione numerica ad alta velocità, con copertura globale del territorio, e la capacità delle fibre di fornire in area locale (inizialmente nelle aree locali più importanti o verso gli utenti più importanti) servizi ad alta velocità. In un secondo tempo, con una rete di interconnessione terrestre (e transoceanica) in fibra a grande capacità, l'integrazione fra i due mezzi sarà di tipo parallelo (fig. 18), il che consentirà di raggiungere un'altissima affidabilità, sfruttando ancora la flessibilità di prestazioni del satellite nel fornire capacità di tratto dove questa serve, in seguito ad emergenze di varia natura.

Del satellite va ancora citata la capacità di fornire collegamenti con mezzi mobili, in un primo tempo navi e aerei, più avanti anche mezzi terrestri o singoli individui.

Una grande possibilità offerta dalla rappresentazione numerica dei segnali è, come si è già accennato, quella di elaborare i segnali stessi con le tecniche proprie degli elaboratori elettronici. Infatti lo sviluppo delle moderne tecnologie rende effettuabili convenientemente sui segnali numerici operazioni inimmaginabili nel passato. Una forma importante di elaborazione

è la riduzione di «ridondanza». I segnali, così come si presentano originariamente, sono in genere molto ridondanti, ma richiedono di trasmettere molto più di quanto strettamente necessario. Si prenda ad esempio il segnale televisivo. Esso viene ottenuto trasmettendo, di ciascun quadro, tutti i punti in sequenza, mediante una scansione per righe orizzontali. Il sistema è cioè in grado di far fronte ad una situazione in cui tutti i punti possono essere diversi l'uno dall'altro, mentre invece si hanno delle aree uniformi che si potrebbero trasmettere dandone i confini e l'impressione complessiva di luminosità e di colore. Inoltre nella televisione viene trasmesso un quadro completo ogni venticinquesimo di secondo: il sistema è cioè in grado di far fronte ad una situazione in cui ogni punto può cambiare completamente da un quadro al successivo, mentre si hanno parti fisse dell'immagine che restano le stesse per molti quadri successivi. Oggi sono state costruite apparecchiature capaci di distinguere in un segnale televisivo le parti fisse dalle mobili o di trasmettere da un quadro all'altro solo le mobili, e, in uno stesso quadro, trasmettere solo le differenze tra un punto e quelle adiacenti. La riduzione di ridondanza qui ottenuta può consentire di trasmettere un segnale di videoconferenza con un ritmo 40 volte più piccolo di quello necessario senza particolari elaborazioni, ossia di trasmettere 40 segnali di videoconferenza in luogo di uno. Simili procedure, per quanto non così spinte, possono essere applicate anche ai normali segnali di diffusione televisiva; probabilmente la televisione ad alta definizione, con qualità equivalente a quelle di un film di 35 millimetri da presentarsi ad esempio su uno schermo di 1 metro per 2 metri, potrà prendere piede solo grazie a queste tecniche.



Anche il segnale telefonico è ridondante e può essere facilmente trasmesso, con opportune elaborazioni, con 32000 o anche 16000 cifre binarie al secondo, in luogo delle 64000 necessarie con la trasmissione «naturale». In questo modo, nella rete integrata del flusso numerico a 64000 cifre al secondo, solo 1/4 potrà essere destinato alla voce, lasciando gli altri 3/4 ad esempio per la trasmissione simultanea di un'immagine lentamente variabile o di informazioni grafiche prodotte durante la conversazione.

La figura 19 mostra un possibile terminale d'utente del futuro, usando terminali del genere sarà addirittura possibile, secondo alcuni, svolgere gran parte o totalmente la propria attività lavorativa restando a casa.

(Prof. F. Carassa, Ordinario di Comunicazioni elettriche del Politecnico di Milano e Presidente dello CSELT - Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni - di Torino)

**IPOTESI DI POSTAZIONE DI UFFICIO CON VIDEOLENTO,
FACSIMILE E TELEFONO A MANI LIBERE**



Le tecnologie degli anni '80 nell'informatica

A. Pasini, Olivetti

L'informatica si trova già oggi su uno spartiacque: accanto ai grossi calcolatori centrali il cui tasso di diffusione sta rallentando si affiancano i microprocessori, protagonisti dell'informatica distribuita: i personal computer, word processor di basso costo, macchine per scrivere elettroniche, terminali di interrogazione, telefoni intelligenti, videotex, e via dicendo soddisfano esigenze individuali, e contribuiscono a diffondere un nuovo tipo di costume e di cultura.

Il numero di utenti potenziali è rapidamente crescente, anche perché i prezzi di queste apparecchiature stanno diventando sempre più attraenti.

Il prezzo dei microprocessori è calato negli ultimi cinque anni di circa il 28% all'anno, mentre il costo delle memorie a semiconduttore è calato ancora più velocemente, di circa il 42% all'anno.

La microelettronica

È prevedibile che nel corso degli anni ottanta grandi sforzi saranno rivolti da parte dei costruttori alla crescente integrazione dei componenti elettronici, e che si realizzeranno sviluppi tecnologici fondamentali nei processi costruttivi. Nuove tecniche fotolitografiche e processi di trattamento del silicio automatizzati consentiranno nuovi limiti dimensionali nella geometria dei semiconduttori, tempi di commutazione più rapidi, chips di maggiori dimensioni, con dissipazioni di potenza minori.

Sforzi considerevoli saranno orientati nella direzione di sviluppare e perfezionare metodologie e strumenti di computer aided design, o, ancora oltre, human aided computer design, per rendere possibile il progetto di circuiti VLSI, che verso la fine degli anni ottanta comprenderanno tipicamente centomila-un milione di gates, in

tempi brevi, col minimo di errori e di criticità.

Ci si possono aspettare chips con un'area di un centimetro quadrato, con gates di dimensioni inferiori al micron, con un prezzo equivalente ad alcune decine di dollari.

Ne conseguono alcune importanti tendenze: la disponibilità di nuovi strumenti automatizzati di progetto logico, non rigidamente legati alle specifiche tecnologie costruttive dei circuiti, può avere come effetto un notevole cambiamento nella ripartizione dei ruoli fra costruttori di semiconduttori e di sistemi. La possibilità di separare il progetto, che richiede «skill», ma risorse limitate, dalla produzione, che è sempre più «capital intensive», favorirà la moltiplicazione di iniziative indipendenti di progetto: tanti design center, anche piccoli, da un lato, alcune silicon foundries, dall'altro.

Il diffondersi di iniziative specialistiche per applicazioni differenziate nel campo della microelettronica, sarà una delle caratteristiche degli anni ottanta: dall'informatica alla telematica, alla robotica, fino ad applicazioni che toccano la vita domestica.

Il software

È opinione accettata che oggi la disponibilità di software costituisca una delle strozzature nell'applicazione di soluzioni ottimizzate per problemi specifici. Gli strumenti per la generazione del software sono oggi ancora largamente «artigianali» e a costo elevato.

La generazione automatizzata di software, che finora è stata molto limitata, sarà un'area di considerevole sviluppo nel corso dei prossimi anni.

Linguaggi di programmazione di alto livello, molto vicini al linguaggio parlato, aperti alla comprensione meno formalistica e rigida di

espressioni equivalenti o sinonime, potranno rendere più spedita la redazione del software, la cui minore criticità sarà anche aiutata dalla disponibilità di memorie di maggiore dimensione e di minor costo.

La diffusione inoltre di un «cultura del computer», attraverso ad esempio la disponibilità del «personal» creerà una conoscenza di base dei linguaggi di programmazione, che consentirà di reclutare personale per il software fra quegli strati di personale «white collar» altrimenti dislocati dall'automazione del lavoro impiegatizio di routine.

Le principali conseguenze applicative

È opportuno nel fare un panorama di ciò che la tecnologia offrirà negli anni ottanta distinguere tra la possibilità tecnica di nuove soluzioni, dimostrabili nei laboratori di ricerca, e la diffusione presso gli utenti di nuove macchine o servizi, fino al punto di avere conseguenze osservabili e significative nella vita di ogni giorno.

In questa breve nota isoliamo quattro temi, legati alla tecnologia dei computer e del data processing, che riteniamo avranno un peso significativo nel prossimo decennio.

L'ufficio automatizzato

La tecnologia degli anni ottanta sarà in grado di offrire strumenti per aumentare l'efficienza del lavoro impiegatizio negli uffici, attraverso ciò che viene chiamato l'automazione dell'ufficio. Oggi ad esempio vi sono negli Stati Uniti una macchina per scrivere elettronica o un sistema di word processing ogni circa cinque segretarie, ma questo rapporto è destinato a crescere con rapidità.

Sarà possibile intercollegare gli uffici di un edificio, attraverso una rete di comunicazione lo-

cale, che consente di trasmettere via cavo testi, oppure di archiviare documenti, contenenti anche immagini e grafici in una memoria elettronica locale, costituita da dischi magnetici ad alta densità di registrazione oppure dischi a registrazione video, in modo tale che la ricerca di una lettera potrà avvenire elettronicamente, attraverso opportune parole indice. Diminuiranno quindi i grandi archivi cartacei, e il reperimento del documento voluto sarà istantaneo, fatto attraverso la tastiera e lo schermo video del proprio posto di lavoro.

Se del documento si vorrà una copia, questa potrà essere ottenuta in pochi secondi da una copiatrice-stampante locale (stampante a laser). Ma sarà anche possibile comporre una nuova lettera con paragrafi provenienti da documenti diversi, e inserire immagini, lasciando che la macchina ricomponga il tutto in un documento finale perfetto dal punto di vista compositivo e grafico. Queste prestazioni sono già possibili oggi, per alcune utenze avanzate, ma diventeranno convenienti anche per gli uffici più piccoli nel corso degli anni ottanta.

Queste tecnologie consentono di intercollegare via rete locale non solo gli uffici all'interno dello stesso edificio, ma attraverso la rete di telecomunicazioni pubblica (rete dati) anche uffici lontani, in città diverse, e di inviare la posta interna, via cavo. Il collegamento potrà essere effettuato in tempo reale, oppure di notte, mediante intercollegamento programmato degli uffici tra di loro senza intervento degli operatori.

Le reti di interrogazione

Ma i nuovi servizi offerti dall'elettronica, l'integrazione crescente fra le reti di telecomunica-

Personal Computer Olivetti
M20



zioni e i computer, raggiungeranno anche l'abitazione privata. Il videotex, che consente la ricerca di informazioni da parte di utenti privati che si collegano attraverso la rete telefonica e il televisore domestico a grossi archivi centrali computerizzati, sta diventando una realtà, che nel corso degli anni ottanta avrà una diffusione significativa. Sarà possibile mediante selezione da una piccola tastiera, accedere a una grande massa di informazioni continuamente aggiornate quali ad esempio orari di mezzi di trasporto, elenchi e prenotazioni di spettacoli, notizie di borsa, acquisti da catalogo, ecc.

In Giappone si sta studiando un ulteriore passo avanti in questa direzione. Un consorzio a cui aderiscono giornali, stazioni televisive e il Centro Studi delle Poste e Telecomunicazioni, sta effettuando trasmissioni sperimentali notturne per stampare i giornali direttamente in casa.

Il televisore domestico è equipaggiato con una opportuna stampante silenziosa e veloce (ink jet a colori) per stampare durante la notte il giornale, che si troverà il mattino sotto forma di lunga striscia di carta ai piedi del televisore.

I robot

Il lavoro di montaggio ripetitivo nelle linee di produzione sarà devoluto in misura crescente ai robot. Già oggi esistono robot nelle catene di montaggio delle automobili per alcune lavorazioni pesanti e sgradevoli, quali la saldatura delle carrozzerie o sistemi automatici per la verniciatura.

Nell'industria meccanica leggera esistono robot in grado di manipolare componenti di medio piccole dimensioni e montarli, dopo averli prelevati da opportuni contenitori. In questo settore la tecnologia consentirà di costruire robot di sofisticazione crescente, in grado di prendere de-

cisioni ed operare scelte lungo le linee di montaggio.

In Giappone oggi vi sono circa venticinquemila robot installati, mentre negli Stati Uniti solo circa seimila ma con un ritmo di crescita molto elevato, per cui si stima che ve ne siano circa centomila alla fine degli anni ottanta.

I robot negli anni ottanta diventeranno più intelligenti, programmabili, flessibili. Saranno dotati di una capacità di manipolazione più articolata e saranno dotati della capacità di «vedere» (image processing), di discriminare e riconoscere pezzi di forma geometrica opportuna e di prendere le conseguenti decisioni.

I computer della quinta generazione

Dal punto di vista tecnologico i computer degli anni settanta sono stati contraddistinti dall'incremento sempre più spinto della velocità di esecuzione delle operazioni elementari e dall'aumento della dimensione delle memorie e sono stati orientati principalmente a risolvere calcoli scientifici numerici o a classificare e ordinare grandi quantità di dati in grandi archivi elettronici. I dispositivi di input-output sono essenzialmente oggi tastiere (o supporti intermedi prodotti da tastiere) e stampanti in schermi video. I risultati significativi degli anni settanta sono stati in questo campo la capacità di colloquio interattivo uomo-calcolatore, il time sharing, i display grafici, i linguaggi di programmazione sofisticata, il computer aided design.

L'obiettivo degli anni ottanta è quello di fornire ai calcolatori capacità logiche crescenti, dotarli di dispositivi di input-output che consentano un colloquio con l'uomo in una forma per questo più naturale, come la capacità di elaborare oltre ai dati, anche le immagini e la voce.

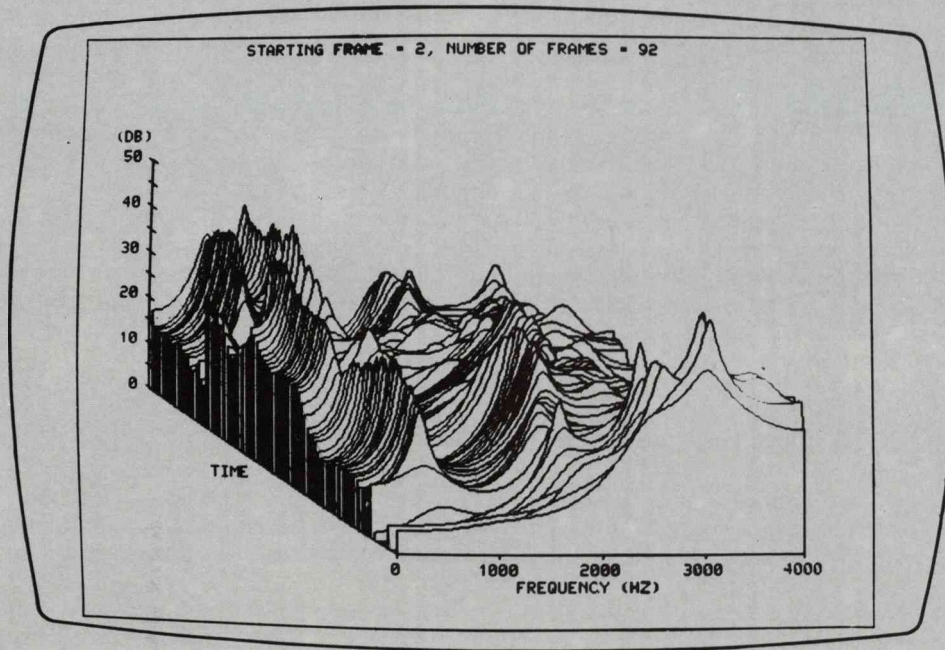
La disponibilità di componenti elettronici ad al-

tissima integrazione, su cui si sono ottenuti risultati notevoli in questi ultimi anni, la realizzazione di grandi capacità di memoria, la possibilità di sviluppare componenti a più alta velocità, le intense ricerche nel campo della intelligenza artificiale e del riconoscimento di forme, e la crescente integrazione e visione unitaria dei problemi di telecomunicazione e di elaborazione sono le basi per una nuova architettura e per le nuove prestazioni dei calcolatori degli anni ottanta.

(A. Pasini, Direttore della Ricerca, Olivetti)

*Scomposizione dello spettro sonoro
della parola «cento», studio per la
realizzazione dei futuri sistemi di
sintesi e riconoscimento voce*

The word "cento": smoothed spectra versus time.



Il futuro dell'industria spaziale

E. Vallerani, Aeritalia

La conquista dello spazio a lungo sognata dall'uomo è divenuta una delle realtà più avvincenti e promettenti della nostra era; in un quarto di secolo, dallo storico 4 ottobre 1957 che vide il primo satellite artificiale in orbita attorno alla Terra, lo Sputnik 1, ad oggi, si sono susseguite imprese eccezionali che hanno segnato, nell'avvincente competizione fra gli Stati Uniti e la Russia, conquiste fondamentali nella storia del progresso dell'umanità. Un breve sguardo retrospettivo potrà essere sufficiente a ricordare le tappe principali.

Dall'ormai lontano 1961 ad oggi, in un ventennio l'uomo è ritornato nello spazio quasi cento volte dimorandovi sempre più a lungo, totalizzando una permanenza superiore a dieci anni. Un centinaio sono i russi che hanno effettuato il grande volo e un'ottantina gli americani; anche cecoslovacchi, polacchi, tedeschi orientali, bulgari, ungheresi, vietnamiti, cubani, mongoli, rumeni e francesi hanno avuto i loro cosmonauti. Fu il lancio dell'Apollo 11 con l'allunaggio di Neil Armstrong nel luglio del 1969 sul suolo lunare a portare al culmine l'interesse mondiale per le imprese spaziali.

L'impresa fu ripetuta dagli americani ben altre cinque volte; fu iniziata l'esplorazione della superficie lunare sfruttando speciali veicoli, campioni di rocce furono raccolti e portati a terra, strumenti di ricerca furono impiantati e lasciati sul nostro satellite.

Lo sforzo tecnico industriale risultò di proporzioni immense, trecentomila persone furono impegnate nelle industrie americane all'epoca del massimo sforzo per lo sviluppo del progetto Apollo.

Nel contempo i russi continuavano i lanci delle Soyuz e realizzarono nel 1971 con la Solyut 1 la prima stazione spaziale orbitante dotata di una

compartimento centrale adibito a laboratorio.

Ad oggi sono state lanciate con successo sette di tali stazioni, progressivamente modificate per riflettere le crescenti esperienze acquisite e per meglio fronteggiare le esigenze che nel contempo si sono delineate e consolidate.

Quattro Solyut furono utilizzate per ricerche sulle risorse terrestri, per osservazioni astronomiche, per indagini mediche e biologiche, per esperimenti scientifici ed industriali nell'area della produzione di materiali in assenza di gravità e sotto vuoto.

Tre furono invece adibite a scopi militari di controllo della Terra operato dallo spazio.

Gli americani dal canto loro nel 1973 misero in orbita lo Skylab, la loro prima stazione spaziale, utilizzando il terzo stadio del Saturno V come laboratorio-officina.

Lo spazio a disposizione dei tre astronauti era enorme, un cilindro di sette metri di diametro e sedici di lunghezza.

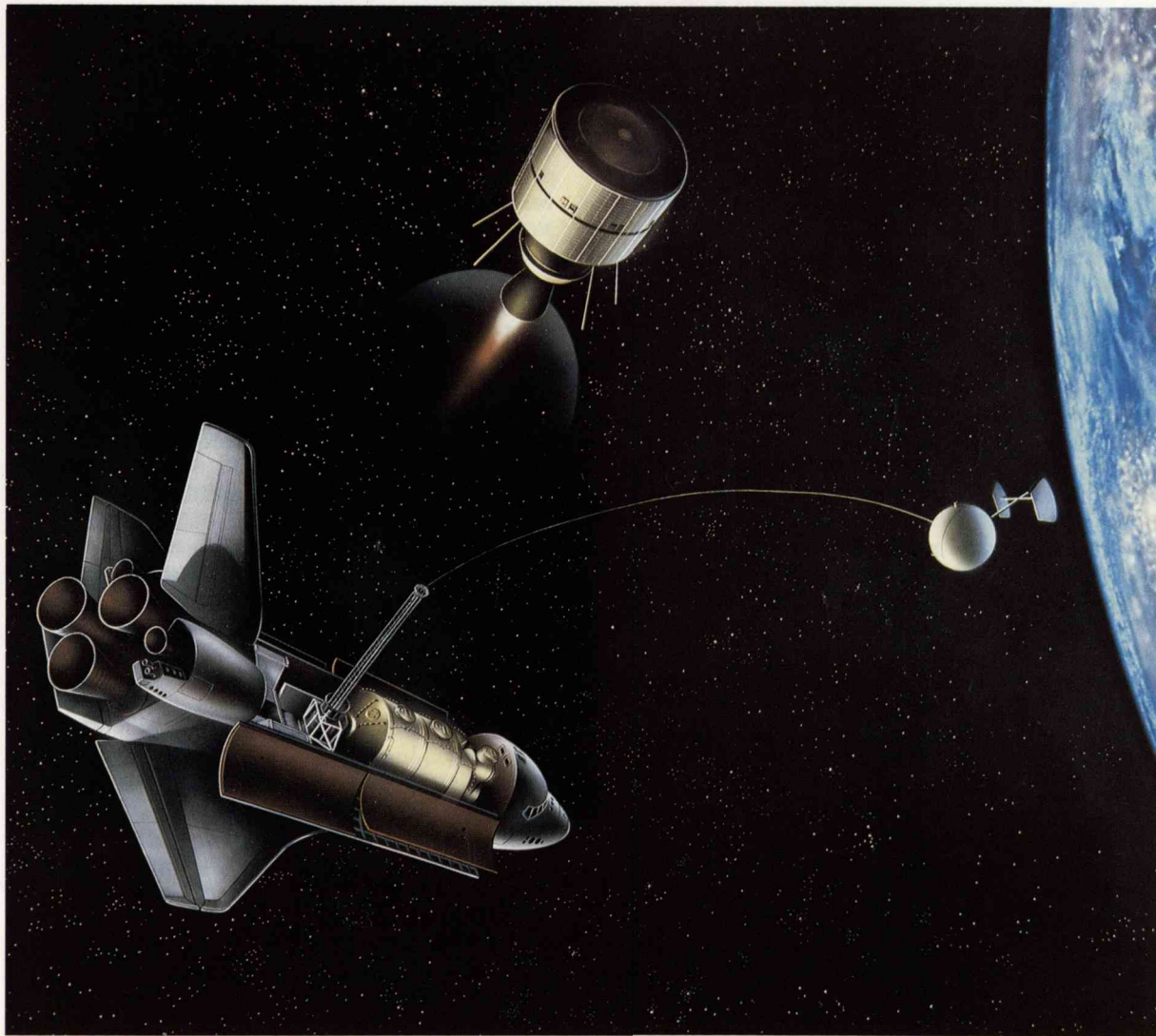
Furono effettuate tre missioni nell'arco di un unico anno, totalizzando centosettantun giorni di presenza a bordo.

L'esperienza acquisita nei voli di Skylab è stata enorme, circa trecento esperimenti sono stati condotti in un ambiente spazioso e dotato di tutte le attrezzature necessarie.

Gli anni dopo il 1973, se si fa eccezione dell'unica missione congiunta Apollo-Soyuz 19 (che nel 1975 permise lo storico incontro nello spazio di astronauti americani e cosmonauti russi che eseguirono nel corso dei nove giorni di permanenza in orbita una serie di esperimenti di elevato interesse tecnico-scientifico), segnarono una lunga assenza degli americani dall'arena delle imprese spaziali con uomini a bordo.

Mentre i russi continuavano con i voli Soyuz, con cadenza di tre-quattro missioni all'anno, la

*Il sistema «tethered» nuovo
sistema sviluppato da NASA in
cooperazione con il CNR-PSN, e
lo stadio propulsivo italiano IRIS*



loro sistematica conquista dello spazio, gli americani avendo disattivato la linea di produzione del Saturno V e avendo puntato tutto sul Sistema di Trasporto Spaziale Recuperabile, segnavano una lunga battuta di arresto fino a che la mattina del 12 aprile del 1980 lo Space Shuttle si levò per il primo volo.

Dal 1957 ad oggi sono stati posti in orbita più di 2600 satelliti, la maggior parte dei quali, 1600, sono russi, 900 americani e gli altri europei e giapponesi; più di mille di questi sono tuttora in orbita attorno alla Terra.

La maggior parte dei satelliti lanciati ha avuto missioni di telecomunicazione e di rilievo delle risorse terrestri; fra questi in numero sempre crescente figurano le imprese commerciali. Basti pensare ai lanci di COMSAT con la serie prestigiosa degli INTELSAT che hanno permesso di stabilire una rete di telecomunicazioni mondiale.

Ad oggi sono stati posti in orbita geostazionaria centinaia di satelliti e le previsioni sono per un ulteriore addensamento nei prossimi anni, quando anche le nazioni del terzo mondo avranno modo di avere i loro satelliti.

La ricerca scientifica ha notevolmente beneficiato delle attività spaziali ed è stata diretta dapprima alla conoscenza dell'ambiente che circonda la Terra; mediante satelliti e sonde sono state scoperte le fasce Van Allen e si sono raccolti dati sull'alta atmosfera, sulla magnetosfera nonché sul campo gravitazionale terrestre.

Le missioni planetarie formano un capitolo a parte; gli americani ne hanno compiute una sessantina, a partire dai Pioneer che hanno orbitato attorno alla Luna e hanno preparato la strada alle missioni Apollo.

Diverse altre missioni sono state eseguite con destinazione Venere, Giove, Marte e Mercurio

dai Mariner e dai Pioneer.

Nel 1976 due sonde americane Viking, «la macchina più intelligente mai inventata dall'uomo», staccatesi da un satellite orbitante attorno al pianeta, effettuarono i primi atterraggi morbidi su Marte. Venne analizzata l'atmosfera del pianeta, vennero misurate le temperature e le velocità dei venti, vennero raccolti campioni di suolo e portati sul corpo principale del veicolo per essere analizzati.

Tre anni dopo un'impresa ancor più eccezionale fu compiuta dagli americani con i voli dei due Voyagers i quali, dopo essersi avvicinati a Giove ed aver raccolto interessanti informazioni sul pianeta ed i suoi satelliti, si diressero verso Saturno arrivando nel 1980 in prossimità dei famosi anelli, dopo aver avuto modo di avvicinare il satellite Titano.

Le meravigliose foto trasmesse a terra e i dati raccolti hanno fornito dettagli sorprendenti sulla struttura degli anelli di Saturno che permetteranno di approfondire la nostra conoscenza sull'evoluzione del sistema solare.

Anche i russi hanno effettuato molteplici missioni planetarie ad iniziare dal 1957 con il lancio di sonde sulla luna; ad oggi sono state inviate una trentina di «Lunik», alcune delle quali hanno portato speciali veicoli automatici (Lunokhod) che muovendosi sulla superficie lunare hanno permesso una estensiva esplorazione del nostro satellite, completata anche dal prelievo di campioni di rocce che sono stati riportati a Terra per lo studio più approfondito.

L'esplorazione di Venere è stata eseguita inviando quattordici sonde Venus a partire dal 1960. Venus 4 operò il primo atterraggio soffice sul pianeta e raccolse i primi dati sicuri sull'atmosfera del pianeta, formata da biossido di carbonio con temperature e pressioni che alla

superficie raggiungono livelli elevatissimi, prossimi ai 500°C ed alle 90 atmosfere. Successivamente le informazioni fotografiche di Venus 9 e 10 nel 1975 completarono le informazioni.

Analogamente anche Marte fu visitato da nove sonde sovietiche alcune delle quali scesero sulla superficie senza però raccogliere risultati soddisfacenti quali quelli ottenuti dagli americani con i Mariner e i Viking.

Lo spazio oggi

La scena spaziale internazionale è dominata oggi dallo Space Shuttle, il sistema recuperabile americano che ha aperto, all'inizio degli anni ottanta, una nuova era nel trasporto spaziale. Analogamente ai sistemi di trasporto convenzionali terrestri, a quelli marini e a quelli aerei che, ogni giorno, ininterrottamente trasportano merci e passeggeri da città a città e da nazione a nazione, lo Space Shuttle è destinato ad assicurare gli stessi servizi per i trasporti spaziali dalla terra alle orbite basse.

Nella stiva dell'Orbiter, capace di contenere fino a circa trecento metri cubi di carico utile, possono trovare posto satelliti per applicazioni, quali le telecomunicazioni e le risorse terrestri; sistemi per le ricerche scientifiche, quali quelle astronomiche, planetarie e astrofisiche; apparecchiature per le ricerche applicate, quali quelle relative alla nuova condizione di microgravità, destinate a generare nuovi materiali e nuovi prodotti.

Con un solo volo possono essere portate in orbita trenta tonnellate di carico utile e quattro uomini, ricercatori specialisti di particolari discipline e non piloti super-allenati e selezionati; lo spazio si va aprendo in modo nuovo alla ricerca, alla industrializzazione, alla commercializzazione e alla presenza dell'uomo.

Lo Space Shuttle, divenuto operativo a partire dal quinto volo, è in grado di effettuare una grande varietà di missioni spaziali che rispondono alle presenti e future esigenze americane e internazionali.

I voli da effettuare fino al 1986 sono tutti prenotati; sono allo studio i piani per ampliare la flotta degli Orbiter attualmente limitata a quattro unità.

Tra i futuri carichi utili, già prenotati per il lancio, figurano diversi satelliti per le osservazioni terrestri, che serviranno a stabilire un più accurato inventario delle risorse terrestri per un migliore sfruttamento a beneficio dell'umanità intera, e altri per lo studio della meteorologia che contribuiranno a formulare previsioni sempre più precise dei complessi fenomeni atmosferici. Numerosi sono i satelliti di telecomunicazione che lo Shuttle si appresta a lanciare, venendo a sostituire progressivamente i mezzi di lancio convenzionali.

Il settore delle telecomunicazioni spaziali, che ha già raggiunto un elevato grado di sviluppo fornendo all'umanità intera considerevoli benefici, è destinato a espandersi ulteriormente con la realizzazione di grandi piattaforme in grado di fornire sempre più complessi servizi ad una utenza in crescente espansione.

Un'altra categoria di carichi utili, destinati a ricevere grande impulso dai voli Shuttle, è quella degli esperimenti scientifici, che non sono predisposti per rilevare informazioni sui processi fisici e chimici del Sole, delle stelle, dei pianeti e dello spazio che circonda la Terra e nel quale la Terra si muove.

Verrà inviato nello spazio, per esempio, un grande Telescopio ottico che servirà ad effettuare osservazioni che, grazie all'assenza di atmosfera, si spingeranno a profondità dieci volte

maggiori a quelle oggi raggiungibili da terra, permettendo di indagare in uno spazio mille volte più ampio degli attuali orizzonti.

Strumenti complessi come lo Space Telescope saranno posti in orbita e rivisitati dall'uomo in tempi successivi per effettuare riparazioni e cambi di pacchi di strumenti, sostituendo con più avanzati mezzi di ricerca quelli installati a bordo.

L'Orbiter inoltre permetterà di effettuare, in orbita attorno alla Terra, una serie di ricerche sull'effetto dell'assenza di gravità in discipline come la medicina, la biologia, la chimica e la fisica.

Parte integrante ed essenziale di questa nuova avventura spaziale dello Shuttle è lo Spacelab, il laboratorio spaziale che gli europei hanno sviluppato a partire dal 1973 ad oggi. A seguito degli accordi fra la NASA e l'Agenzia Spaziale Europea, il contributo europeo al sistema di Trasporto Spaziale Recuperabile si è concretizzato con la realizzazione di un sistema spaziale abitato di avanzata concezione, adibito a laboratorio, cui ha contribuito per circa il 50% la Germania, mentre l'Italia è presente con circa il 18% degli investimenti.

Lo Spacelab è costituito da due elementi distinti che possono essere utilizzati congiuntamente o indipendentemente all'interno della carlinga dell'Orbiter: il « modulo pressurizzato », con un cilindro di quattro metri di diametro che può raggiungere la lunghezza di sette metri, all'interno del quale trovano un confortevole ambiente di lavoro fino a quattro ricercatori spaziali, e le « piattaforme portastrumenti », destinate ad alloggiare le complesse apparecchiature degli esperimenti che non necessitano l'assistenza dell'uomo.

La realizzazione dello Spacelab è stata esegui-

ta da un consorzio industriale che attorno all'ERNO, la capocommessa tedesca, ha visto riunite dieci fra le più importanti ditte aerospaziali europee. Per l'Italia è stata l'Aeritalia del gruppo Finmeccanica a effettuare a Torino gli studi, lo sviluppo, la realizzazione e la qualificazione della struttura del modulo pressurizzato e del controllo termico.

Il trenta settembre 1983 a bordo del Columbia, nel corso del nono volo dello Shuttle, volerà per la prima volta lo Spacelab, con i suoi settantacinque esperimenti, dei quali sessanta europei. Verranno condotte ricerche di astronomia, di fisica solare, di fisica dei plasmi, di meteorologia, di scienza dei materiali, di biologia, effettuate osservazioni terrestri e compiuti vari esperimenti tecnologici.

La prima missione ha lo scopo di dimostrare la grande versatilità del sistema Spacelab che, dotato di fornaci, microscopi, centrifughe, incubatrici, apparecchiature fotografiche montate all'interno dei vari armadietti, è attualmente predisposto per ricerche multidisciplinari. Nel futuro sarà invece allestito con dispositivi specifici alle varie discipline per dare origine a una serie di laboratori specializzati.

Almeno altri sette voli sono previsti entro il 1986 fra i quali assume particolare rilievo la missione tedesca orientata allo studio degli effetti della microgravità negli esperimenti di fisica dei fluidi, di formazione di cristalli e leghe, di biologia, di medicina e di botanica.

Il sistema di trasporto spaziale Space Shuttle, con l'Orbiter recuperabile impegnato nella spola fra Terra ed orbite basse, richiede, per essere completo, dei sistemi propulsivi in grado di trasferire i carichi utili dall'orbita di parcheggio della navetta fino all'orbita di esercizio, quale quella geostazionaria per i satelliti di telecomu-

nicazione e quelle altamente ellittiche per i satelliti scientifici.

Numerosi sistemi sono stati sviluppati per coprire le varie esigenze dei carichi utili, aventi masse molto differenti e richiedenti energie assai diverse: il PAM (Payload Assist Module) è già stato recentemente utilizzato per porre in orbita geostazionaria satelliti per telecomunicazioni, mentre il più potente IUS (Inertial Upper Stage), che porrà la sonda Galileo attorno a Giove è in corso di ultimazione e lo stadio italiano IRIS (Italian Research Interim Stage), destinato a carichi specifici di piccola e media grandezza, è in avanzata fase di definizione.

Nel prossimo futuro verranno poi sviluppati sistemi di trasferimento orbitale completamente recuperabili, che potranno essere ripetutamente impegnati per effettuare collegamenti continui fra le orbite basse, raggiungibili agevolmente dallo Shuttle, e le orbite più elevate, assicurando così la più alta economicità del sistema di trasporto spaziale, divenuto finalmente completamente recuperabile nei suoi componenti di più rilevante costo.

Un sistema spaziale rivoluzionario nelle concezioni, versatile nelle applicazioni, innovativo nelle possibilità di utilizzazione è attualmente allo studio, quale programma di cooperazione italo-americana fra CNR-Piano Spaziale Nazionale e la NASA; si tratta del «Tethered Satellite», satellite connesso all'Orbiter tramite filo, che può essere mantenuto in orbite a esso limitrofe, avvicinandosi alla Terra fino a sfiorare l'atmosfera o allontanandosi dalla navetta fino oltre un centinaio di chilometri.

Le utilizzazioni di un simile sistema sono numerose e verranno crescendo con il diffondersi del concetto; si pensa di utilizzare il sistema Tether per lo studio del campo magnetico e del

campo gravitazionale terrestre, per problemi di aeronomia e meteorologia, per ricerche di aerodinamica e aerotermodinamica, per effettuare osservazioni terrestri.

Altre applicazioni vedono un filo conduttore e la creazione di interazioni fra plasmii interstellari e corpi ad elevato potenziale elettrico.

Mediante opportune variazioni delle distanze fra satelliti ed Orbiter si possono indurre nel satellite vari livelli di gravità ottenendo quindi un laboratorio a gravità variabile e controllata. Fra i programmi spaziali in corso di sviluppo spiccano per la rilevanza scientifica e per le complessità delle tecnologie coinvolte nella loro realizzazione i progetti Galileo e Hipparcos, il primo della NASA ed il secondo dell'ESA (Agenzia Spaziale Europea).

Quasi quattro secoli dopo la scoperta dei quattro satelliti di Giove, ad opera di Galileo, il più grande pianeta solare sarà visitato da una sonda che penetrerà, per la prima volta, nella sua atmosfera.

Sfruttando abilmente le particolari congiunture planetarie, la navicella spaziale Galileo si porrà in orbita attorno a Giove, dopo aver sfiorato la superficie di Marte, e rilascerà una sonda che planerà, frenata da paracaduti, nella densa atmosfera del pianeta.

La missione, estremamente complessa anche dal punto di vista tecnologico, a causa delle elevatissime precisioni richieste ai sistemi di controllo e delle eccezionali caratteristiche necessarie per effettuare l'attraversamento dell'atmosfera di Giove in condizioni termiche estreme, presenta notevole interesse per gli scienziati, che si attendono informazioni dall'atmosfera del pianeta, considerata un esempio delle condizioni originarie della materia nelle prime fasi dell'evoluzione del sistema solare.

Il satellite europeo di astrometria Hipparcos, che dopo gli approfonditi studi di fattibilità si appresta ad essere realizzato per conto dell'E-SA da un consorzio di ditte capeggiate da Matra ed Aeritalia, è destinato a rendere possibile, dopo molti secoli di ricerche in questa disciplina fra le più antiche, un avanzamento fondamentale nella conoscenza, permettendo miglioramenti, di un fattore dieci o più, nella misura delle posizioni degli astri e nel rilevamento del loro moto. Nel corso della missione, della durata di circa due anni, sarà possibile l'osservazione di almeno centomila stelle di varia grandezza, permettendo, con la precisione estrema dei rilevamenti, di stabilire un insieme di dati essenziali per la comprensione delle strutture delle stelle, della dinamica delle galassie, dell'evoluzione delle stelle e dell'universo intero.

Lo spazio domani

Non è difficile prevedere che verso la fine del secolo saranno messe in orbita le «stazioni spaziali» destinate ad assicurare una presenza continua dell'uomo nello spazio prossimo alla Terra.

Preconizzate sin dall'inizio dell'era spaziale dai pionieri della nuova scienza, le stazioni spaziali hanno formato oggetto di diversi studi che, con l'evoluzione delle tecnologie spaziali, hanno portato progressivamente alla definizione di progetti sempre più complessi.

Attualmente negli Stati Uniti si sono intensificate le attività per la definizione dei requisiti di questi futuri sistemi che la NASA si appresta a proporre come nuovo obiettivo determinante nella conquista dello spazio, dopo il completamento dello sviluppo dello Space Shuttle.

L'architettura di questi grandi sistemi spaziali del prossimo futuro è stata ed è oggi oggetto di

numerosi studi effettuati in America e anche in Europa, che hanno messo in luce le diverse funzioni che una tale base permanente nello spazio ci si aspetta debba svolgere; le principali ditte aerospaziali internazionali hanno in questi ultimi anni elaborato diverse configurazioni che si basano quasi tutte sull'utilizzo di elementi cilindrici tipo Spacelab.

Space Shuttle e stazioni spaziali sono due elementi complementari di un unico grande sistema di trasporto spaziale in cui, per essere veramente economico, il primo viene usato unicamente come spoletta fra la Terra e l'orbita bassa nella quale si trova la stazione, che invece viene ad essere la base per tutte le attività che l'uomo intende perseguire nello spazio.

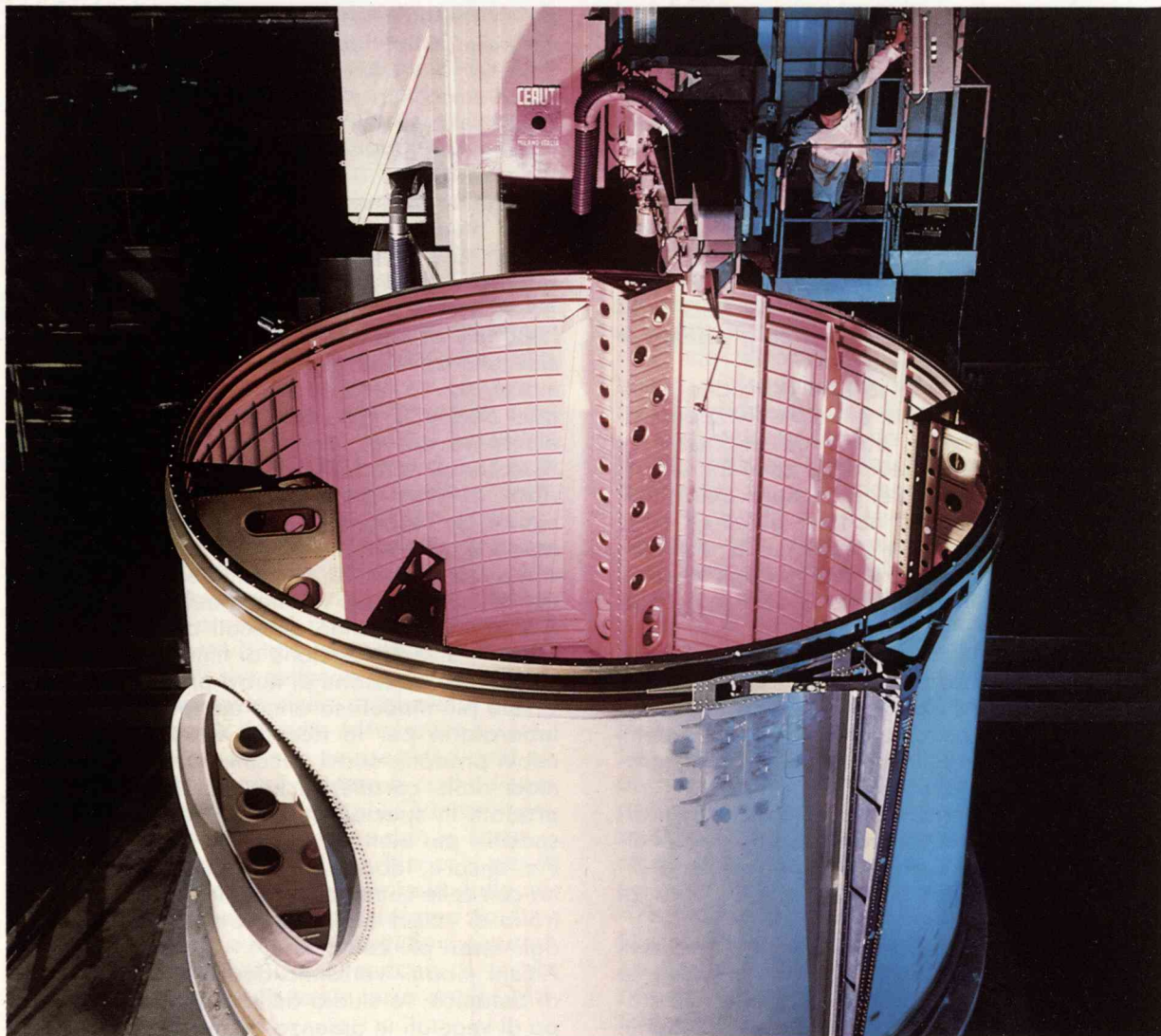
Una stazione spaziale permetterà di stabilire una base operativa in una posizione strategica attorno alla Terra, dalla quale effettuare agevolmente tutte le osservazioni del nostro pianeta e anche, senza lo schermo dell'atmosfera, lo studio dell'universo che ci circonda; servirà inoltre a controllare e supportare i laboratori e gli impianti pilota, al cui interno verranno eseguite le ricerche e operate le fabbricazioni dei prodotti spaziali.

La stazione spaziale alloggerà i veicoli che permetteranno di stabilire i collegamenti regolari con l'orbita geostazionaria e assicureranno i voli verso lo spazio profondo; supporterà inoltre i cantieri di produzione delle costruzioni spaziali.

Localizzata a 300-400 km da terra, la stazione spaziale deve innanzitutto possedere gli alloggiamenti per il personale; inizialmente una decina di persone destinate ad aumentare con le esigenze e le dimensioni della base in continua crescita e sviluppo.

I moduli adibiti ad abitazione sono general-

*Il contributo Aeritalia al
programma Spacelab:
costruzione della struttura del
modulo*



mente raggruppati a formare il cuore della base spaziale; ciascun elemento della lunghezza massima di circa 16 m, se si considerano le attuali capacità di trasporto dell'Orbiter, può essere predisposto per accomodare quattro-cinque persone.

Disposti su vari livelli fra loro comunicanti, vi saranno il piano notte, con spazi riservati a ciascun membro dell'equipaggio, il piano soggiorno con ampi spazi per le attività ricreative, il piano servizi con le cucine, le docce, le toilettes e un'area speciale per gli esercizi fisici indispensabili per mantenersi in forma e assicurare la condizione fisica ottimale.

Le stazioni spaziali per la loro posizione costituiscono un'ottima base per l'osservazione sistematica della Terra, potendosi effettuare su scala continentale i rilievi delle zone minerarie, delle sorgenti idriche, dei giacimenti petroliferi, delle riserve forestali, nonché gli studi sugli oceani e le loro risorse ittiche, sullo stato dei terreni agricoli, sull'inquinamento degli insediamenti urbani, sulla distribuzione delle zone glaciali.

Le applicazioni militari sono esse pure estremamente importanti ed è da prevedersi, a lato dello sviluppo delle stazioni per scopi di ricerca e commerciali, la costruzione di complessi sistemi militari per la sorveglianza e la superiorità strategica internazionale.

Anche per le osservazioni astronomiche la posizione della stazione spaziale, al di fuori dell'atmosfera terrestre, si presenta favorevole a diverse ricerche nel campo del visibile e dei raggi gamma ed X.

Gli strumenti, sempre più sofisticati, per questi tipi di osservazioni della Terra e dell'universo saranno posti su piattaforme connesse alle stazioni o coorbitanti in prossimità della stazione,

e richiederanno un limitato supporto dell'uomo, essendo completamente automatiche.

Diversa la situazione per le altre attività di ricerca scientifica e tecnologica che invece sono legate alla presenza continua o saltuaria dell'uomo; per queste discipline verrà creata, strettamente connessa alla stazione, un'area con laboratori e officine, concentrati in ordinate schiere di moduli pressurizzati del tutto simili agli attuali Spacelab nella versione allungata a quattro segmenti cilindrici, la più grande che possa essere portata a bordo dell'Orbiter.

I moduli di laboratorio saranno specializzati ciascuno per una determinata disciplina; avremo quindi un modulo per ricerche di metallurgia, dotato di fornaci, crogiuoli, microscopi elettronici adibiti alle ricerche di nuove leghe, di materiali non compatibili nelle condizioni terrestri, di foam ottenuti soffiando aria in metalli liquidi che successivamente solidificano in assenza di gravità in modo da assicurare la più completa uniformità, nuovi materiali più leggeri dell'alluminio e più resistenti dell'acciaio.

Altri moduli saranno dedicati alla crescita dei cristalli, alla deposizione di film su supporti vari, alla realizzazione di nuovi prodotti chimici.

Uno o più moduli saranno equipaggiati ad uso laboratorio per le ricerche farmacologiche di nuovi prodotti, nuovi vaccini, nuovi enzimi; farmaci dalle caratteristiche eccezionali saranno prodotti in speciali macchine centrifughe e dispositivi per elettroforesi.

Poi, ancora, laboratori di biologia e biomedicina con celle climatizzate per la crescita e il controllo di esseri viventi, dalle più piccole cellule agli esseri più complessi.

Alcuni moduli verranno dedicati a esperimenti di botanica; lo studio della crescita e lo sviluppo di vegetali in assenza di gravità può riserva-

re infatti, oltre a interessanti dati scientifici, utili informazioni per quanto concerne lo sviluppo di fonti alimentari estremamente importanti per le esigenze future dell'umanità.

Tutti questi laboratori, sebbene altamente automatizzati, avranno bisogno dell'uomo, del ricercatore, che oltre a eseguire le attività programmate da terra opererà in modo autonomo nella ricerca e nell'interpretazione dei fatti.

A lato dei laboratori potremo trovare le officine, con impianti pilota per la produzione dei prodotti precedentemente sperimentati nei laboratori, che avendo dato risultati economicamente interessanti siano stati ritenuti adatti alla industrializzazione.

In queste officine verranno messi a punto i processi di produzione che, partendo dalle materie prime portate da terra, formeranno i prodotti finiti che a terra ritorneranno per l'utilizzazione. Tutto quanto viene fatto sotto l'occhio vigile dell'uomo in queste officine sperimentali sarà poi riprodotto su scala più grande nelle fabbriche spaziali di seconda generazione, che verranno poste in orbita, prossime alle stazioni spaziali, in modo da essere visitate periodicamente dagli operatori spaziali che avranno l'incarico solo di verificare l'andamento della produzione che si svilupperà in modo del tutto automatico.

La base spaziale possiede un'area dedicata alle operazioni di attracco, dotata di tutti i dispositivi per l'aggancio di uno o più Orbiter impegnati nel collegamento regolare con la Terra.

Nelle vicinanze sono situati vari depositi per le materie prime, che vengono scaricate dalla stiva degli Orbiter mediante manipolatori dai lunghi bracci snodati, e per i prodotti finiti generati nelle officine spaziali che attendono di essere imbarcati per essere portati a terra dagli Orbiter di ritorno.

Un'altra area, protesa verso lo spazio, raggruppa invece vari «hangar», all'interno dei quali vengono effettuate le complesse operazioni per la preparazione al lancio dei veicoli orbitali predisposti per collegare le stazioni spaziali in orbita bassa con l'orbita geostazionaria o per effettuare le missioni planetarie. Nel primo caso si tratta di sistemi recuperabili, alcuni dei quali con uomini a bordo, altri invece adibiti al solo trasporto dei materiali e completamente automatici.

All'interno di queste officine, in ambiente pressurizzato e termicamente condizionato, protette dalle radiazioni spaziali, operano le squadre di tecnici che provvedono all'allestimento dei vari lanci. I veicoli di trasporto orbitale stazioneranno negli hangar fra una missione e l'altra, per la verifica dei vari equipaggiamenti critici, le operazioni di ordinaria manutenzione e la preparazione alle successive missioni.

I satelliti e i carichi utili vengono montati sui lanciatori il cui assemblaggio finale viene effettuato in orbita con elementi trasferiti dalle basi terrestri; le operazioni di verifica e di preparazione al lancio sono seguite da un grande centro di controllo che coordina tutte le attività delle varie rampe e segue poi i veicoli nelle loro missioni.

La presenza dell'uomo è saltuariamente estesa anche all'orbita geostazionaria sede dei satelliti per telecomunicazione e di alcune piattaforme scientifiche e applicative; gli uomini vi sono trasferiti a bordo di speciali veicoli di trasporto orbitale che posseggono compartimenti pressurizzati adeguatamente attrezzati.

Una volta in orbita le squadre di operatori eseguono le più svariate attività di controllo e riparazione di satelliti, muovendosi con speciali teleoperatori dotati di tutte le attrezzature per

effettuare l'attracco con i satelliti in avaria e operare le successive sostituzioni di apparecchiature.

Nei casi più complessi, il satellite viene rimorchiato e riportato alla stazione spaziale, per effettuare nelle officine della base gli interventi che permetteranno di ripararlo e riportarlo nuovamente in funzione, cambiando, a volte, anche gli equipaggiamenti e gli esperimenti di bordo per migliorare le prestazioni della missione.

Una terza area della stazione spaziale accoglie i cantieri di costruzione delle grandi strutture; la nuova generazione di sistemi spaziali, a partire dalle grandi antenne richieste, per esempio, dalle telecomunicazioni avanzate; e poi gli enormi riflettori destinati alla radioastronomia, i collettori dell'energia solare, richiedono la costruzione di complesse strutture ultraleggere ma di dimensioni elevate: si parte dalle centinaia di metri per arrivare fino alle decine di chilometri. Per la costruzione di tali grandi strutture è indispensabile che la produzione dei vari elementi venga fatta in orbita, partendo dal materiale base trasportato sotto forma di semilavorati di elevata densità e impaccaggio, quali barre, nastri, lamiere.

Partendo da questi materiali, macchine speciali, completamente automatizzate, produrranno le travi a traliccio che a loro volta verranno giuntate fra loro a formare strutture piane o tridimensionali, a seconda delle varie necessità.

Queste macchine non saranno altro che la seconda generazione degli attuali «beam builder» (costruttori di travi) già sviluppati in America e che fra non molto verranno montati nell'Orbiter per effettuare prove di funzionamento; si tratta di macchine che, partendo da tre nastri di alluminio, formano, tagliano e posizionano vari elementi atti a formare una trave alta un

metro circa, estremamente leggera e rigida, che pesa solo un chilogrammo al metro e che viene sfornata alla velocità di un metro circa al minuto.

Oltre alle batterie di macchine per la produzione delle travi, nelle aree cantiere sono situati vari manipolatori che, pilotati dagli uomini, eseguono le operazioni di assemblaggio degli elementi strutturali.

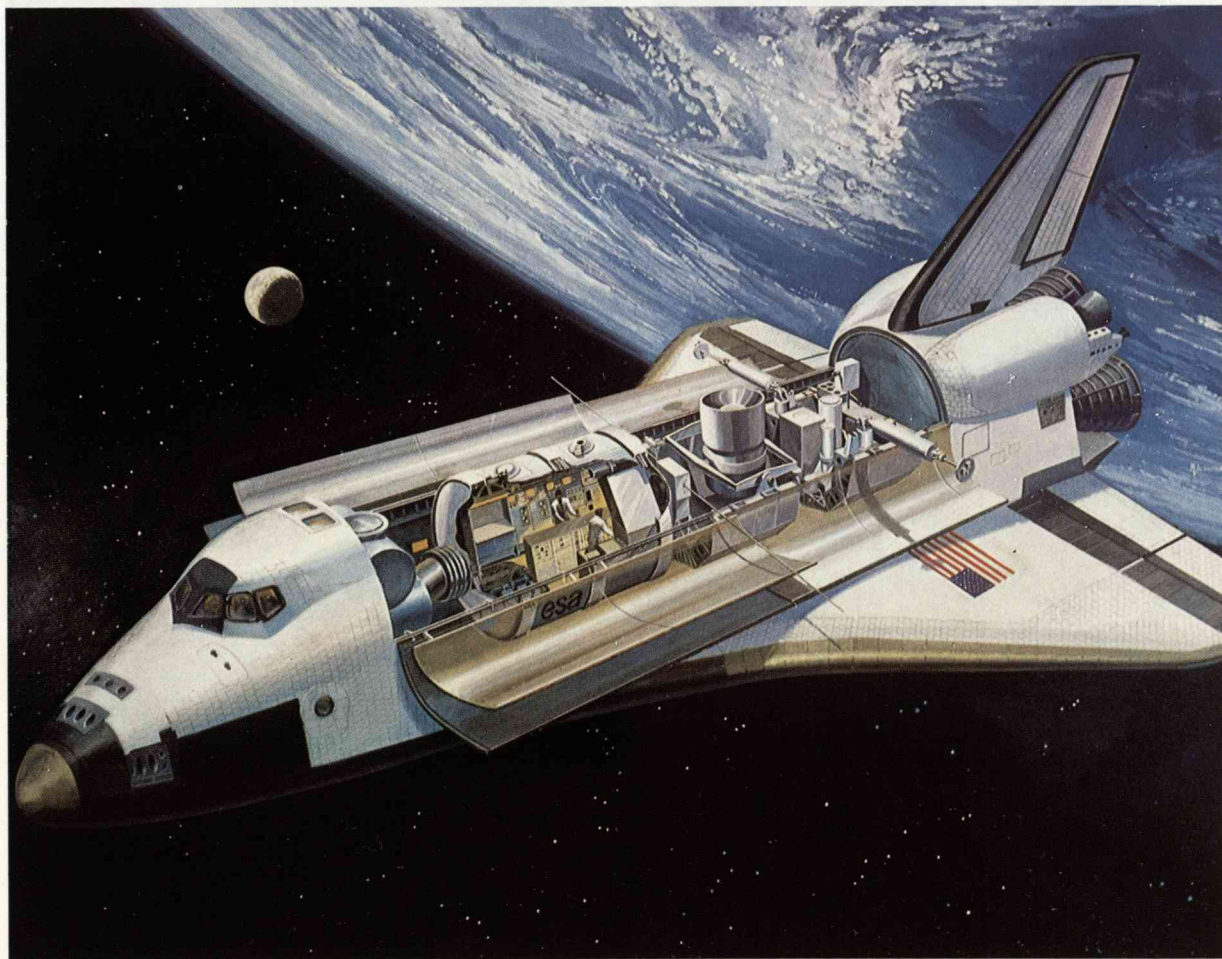
Gli operai dello spazio eseguono i vari lavori dall'interno di piccoli abitacoli pressurizzati montati sull'estremità dei manipolatori, che permettono gli spostamenti nell'area di lavoro; gli altri si muovono attorno ai vari pezzi, seduti a bordo di unità di manovra, simili a sedili che consentono di raggiungere qualsiasi posizione in prossimità del cantiere.

Il controllo delle complesse operazioni è effettuato da altro personale alloggiato in torri di controllo simili ai moduli di abitazione precedentemente descritti, dotati di tutti i dispositivi necessari ad azionare e controllare le complesse apparecchiature mobili.

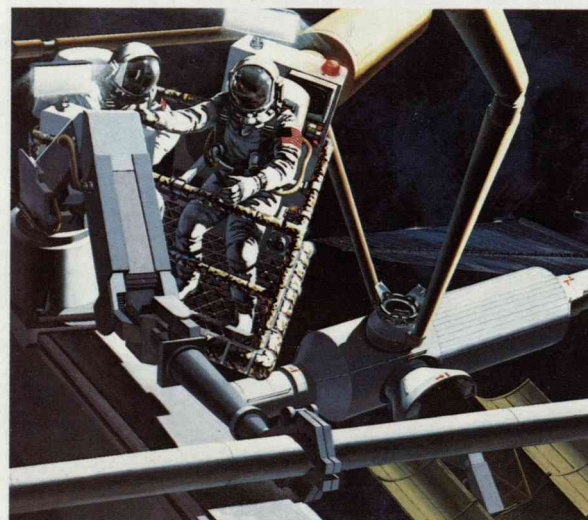
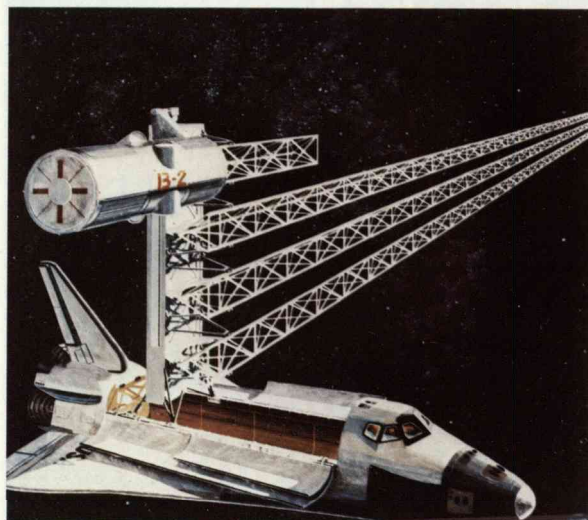
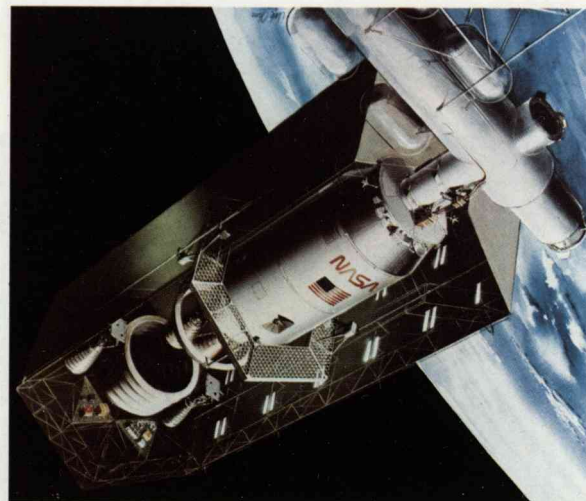
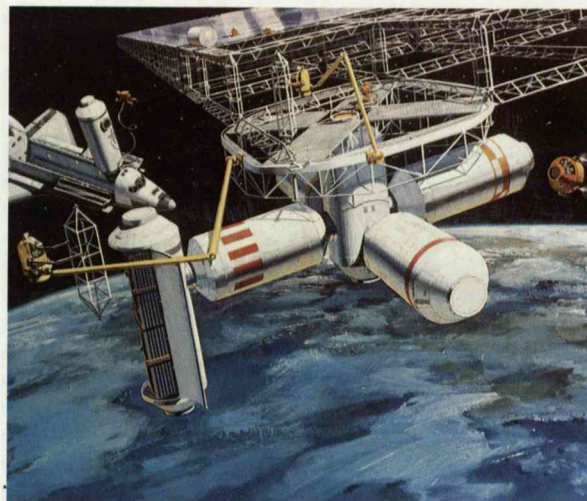
La costruzione di particolari strutture, quali i riflettori, che richiedono elevate precisioni e necessitano di elevate cure nei montaggi e nelle verifiche, potrà comportare la necessità di avere enormi capannoni, all'interno dei quali gli uomini, meglio protetti dalle radiazioni, possano più liberamente operare a fianco dei complessi macchinari automatici; officine spaziali, alte cinquanta metri e di 20-30.000 metri quadrati di superficie, sono state già previste in alcuni studi americani di avanguardia.

La realizzazione più importante ed imponente del primo decennio del nuovo secolo, molto probabilmente, sarà il Satellite di Potenza Solare (S.P.S.), sul quale sono già stati eseguiti numerosi studi che ne hanno dimostrato la fattibi-

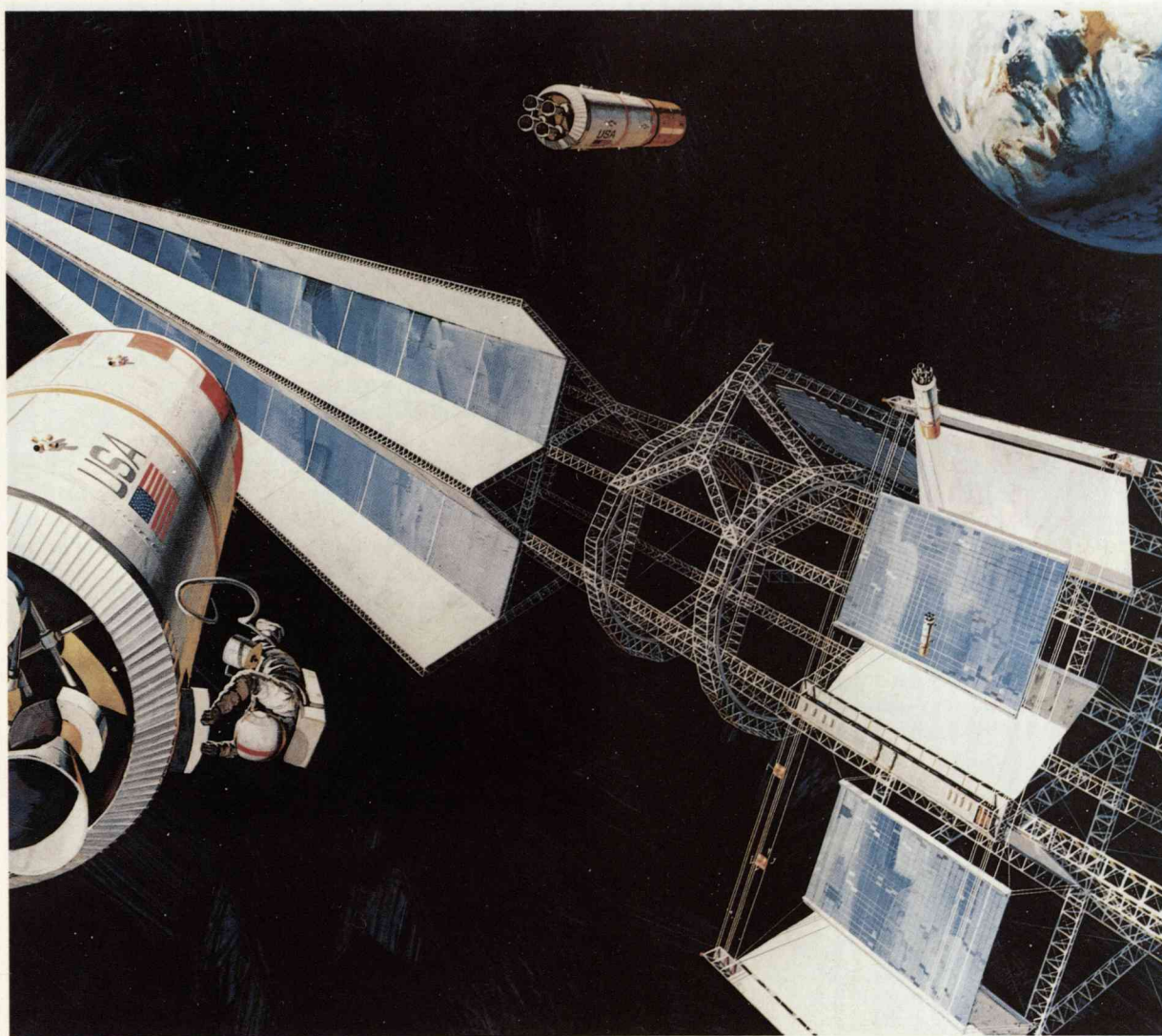
*Spacelab - il laboratorio
spaziale europeo - sarà a
bordo dello Shuttle per la
prima volta nel settembre 1983*



(da sin.) Stazione spaziale utilizzando moduli tipo Spacelab; un hangar spaziale per l'allestimento degli stadi superiori; costruzione di travi metalliche nello spazio; unità di manovra al lavoro in una stazione spaziale



*La costruzione di grandi
strutture spaziali*



lità tecnica e la economicità di esercizio sui tempi lunghi.

Si tratta di un immane complesso, lungo circa venti chilometri e largo cinque, posto in orbita geostazionaria, che utilizza l'energia captata dai pannelli solari e la trasforma in orbita in energia elettrica che è poi trasmessa usando micro-onde, raccolte a terra da speciali antenne convertitrici che generano direttamente energia elettrica pronta alla distribuzione.

Ciascuna stazione è in grado di fornire cinque gigawatts di potenza, quella richiesta da una grande metropoli; secondo le previsioni negli anni attorno al 2050 un sistema di sessanta di queste stazioni sarebbe in grado di fornire il 10-15% del fabbisogno energetico mondiale, ad un costo che oscilla intorno ai 6-8 cents per kilowattora, ammortizzando così il costo della costruzione nell'arco di trent'anni.

Il Satellite di Potenza Solare è fornito di due grandi superfici, ciascuna delle quali presenta tre profondi canali a forma trapezoidale alla cui base stanno le celle solari, mentre i lati sono ricoperti da riflettori realizzati con fogli di kapton alluminato, che servono per concentrare l'energia solare sulle celle solari.

Ciascuna ala ha una superficie di celle solari di circa 28 km quadrati; il peso delle celle solari si aggira attorno a 7×10^6 chilogrammi, quello dei riflettori attorno ad 1×10^6 chilogrammi, mentre la parte strutturale di supporto pesa solamente 4×10^6 chilogrammi; l'intera ala ha un peso che è stato valutato in 14×10^6 chilogrammi.

Al centro è situata l'antenna per la trasmissione delle micro-onde che punta sempre verso la stazione ricevente a terra; le sue dimensioni sono rilevanti (un esagono di circa un chilometro di lato).

La trasformazione dell'energia elettrica proveniente dalle celle solari in micro-onde è effettuata, dopo una conversione dai 45.000 volts di uscita dalle celle solari, da dispositivi denominati Klystron: ne sono previsti 136.000 disposti in schiera, aventi un peso totale di circa 7×10^6 chilogrammi.

L'antenna convoglia l'energia a terra e serve nel contempo a dissipare la grande quantità di calore generata dai dispositivi Klystron; la ricevente a terra è formata da moduli disposti in schiera e copre un'area di circa 80 chilometri quadrati; i ricevitori trasformano, mediante diodi, l'energia captata in corrente elettrica, che è raccolta in una centrale di distribuzione che la immette sulle linee ad alto voltaggio.

L'efficienza dell'intero sistema, benché alcuni componenti siano già ottimizzati, è ancora bassa, intorno al 10%; la caduta più importante avviene nelle celle solari, dove l'efficienza è solo del 15%; il sistema di conversione dell'energia in micro-onde ha un'efficienza del 78%, la propagazione delle micro-onde a terra dell'83%, la ricezione a terra e la trasformazione in corrente presenta un'efficienza dell'85%. Appare evidente come la tecnologia delle celle solari per la raccolta dell'energia possa offrire ancora ampi margini di miglioramento, tali da rendere sempre più interessante il concetto, che già attualmente si presenta competitivo con altre forme, nelle previsioni a lungo termine.

Per costruire un satellite del tipo descritto è indispensabile che vi sia una base in orbita, una stazione spaziale di grandi dimensioni in grado di alloggiare le squadre di tecnici impegnate nel lavoro di assemblaggio e costruzione dei vari elementi. Circa un migliaio di persone si prevede debbano essere impegnate per effettuare, nell'arco di un anno, la realizzazione di

*La stazione spaziale
americana secondo il concetto
« Marshall » utilizzando moduli
dello Spacelab*



un satellite, operando costantemente in tre turni di lavoro.

La costruzione degli elementi strutturali è previsto avvenga utilizzando speciali macchine che, partendo da semilavorati, assemblano automaticamente le travi per costituire il traliccio portante; automaticamente vengono installate le celle solari supportate da sottili film e i riflettori. L'antenna centrale viene costruita separatamente in altri cantieri spaziali e poi unita alle due ali; il complesso lavoro di installazione delle migliaia di tubi Klystron, montati in una speciale stazione, è effettuato automaticamente sotto lo stretto controllo dell'uomo.

La realizzazione di strutture dalle dimensioni così rilevanti come quelle richieste dai Satelliti di Potenza Solare, pone grandi problemi: primo fra tutti l'attuale sistema di trasporto spaziale, lo Shuttle, non è idoneo per trasportare in orbita l'immensa quantità di materiale richiesto per la costruzione. Grosso modo, per un satellite del peso totale di $38-40 \times 10^6$ chilogrammi, è necessario portare in orbita circa 50×10^6 chilogrammi di materiale, il che significa circa duemila voli dello Shuttle. Ovviamente è richiesto un nuovo sistema, un veicolo completamente recuperabile, adibibile al solo trasporto dei materiali, in grado di trasportare 100.000 chilogrammi, il che ridurrebbe i voli a circa cinquanta. Studi preliminari per un simile veicolo di seconda generazione sono già stati eseguiti: il progetto «Starraker» prevede un monostadio alato, propulso da convenzionali motori aeronautici, che utilizza, una volta in quota, motori a razzo per essere posto in orbita e che atterra regolarmente come un aereo supersonico.

Il materiale, una volta posto in orbita bassa, dove esiste una stazione di supporto con una cinquantina di persone che effettuano tutte le

operazioni di smistamento, sono spediti a bordo di speciali trasportatori orbitali a propulsione elettrica in orbita geostazionaria; il loro viaggio dura un centinaio di giorni, mentre quelli dei lavoratori spaziali che devono raggiungere la base è ridotto a meno di un giorno, essendo usati sistemi di trasporto orbitali a propellente chimico.

La base in orbita geostazionaria è destinata a supportare, per la durata della costruzione, centinaia di persone ed è dotata di tutte le attrezzature per la costruzione: fra queste, figurano speciali stazioni mobili, quali quelle studiate da Aeritalia nell'avanprogetto Manufacturing and Maintenance Module; si tratta di un sistema derivato da Spacelab, in grado di spostarsi autonomamente nelle vicinanze delle aree di costruzione, portando quattro o sei persone, e di effettuare, con le attrezzature di cui è dotato, operazioni di assemblaggio, di verifica e di manutenzione.

Un'opportunità per l'industria italiana

Lo spazio, ad oggi, ha costituito per le nazioni che hanno saputo e potuto cogliere la sfida tecnologica, un'arena estremamente proficua per lo sviluppo industriale.

Le attività spaziali generalmente ripagano in se stesse e sono origine di ricadute ben più ampie in diversi settori collaterali; gli investimenti del programma Apollo hanno generato volumi di affari dell'ordine di dieci volte le cifre stanziati dal Governo americano e hanno rilanciato molte industrie, che sono uscite con prodotti nuovi e innovatori sviluppati sulla base delle esperienze acquisite.

I programmi spaziali europei hanno reso possibile notevoli sviluppi industriali in diverse nazioni; Francia, Germania, Inghilterra e anche

Italia hanno beneficiato delle iniziative nazionali e comunitarie nel settore, e numerose ditte aeronautiche ed elettroniche hanno potuto impiantare divisioni spaziali che si sono sviluppate con considerevole vivacità.

La tipologia dei programmi spaziali, la vastità della concezione di sistema, la loro complessità tecnologica, la loro stringente pianificazione, la difficoltà delle interfacce accresciuta dalla presenza di diverse ditte di più nazioni, hanno indotto una rapida maturazione nelle ditte coinvolte, che sono cresciute nelle capacità direzionali, nelle tecniche di gestione, nella professionalità delle persone impegnate in attività a confronto con partner internazionali molto qualificati.

Per Aeritalia impegnata nel programma Spacelab, ad esempio, l'esperienza dello sviluppo della struttura del modulo e del controllo termico ha significato un vero e proprio salto di qualità nella professionalità dei suoi tecnici, che hanno potuto estendere i propri orizzonti all'Europa e all'America.

A tutto questo si associano avanzamenti tecnologici in diversi settori avanzati, come quello della realizzazione delle protezioni termiche superisolanti e delle saldature delle leghe di alluminio, che hanno portato l'azienda a livello internazionale, unica ditta europea fra le poche mondiali.

Lavorare in un programma spaziale d'avanguardia vuol dire aprire nuovi orizzonti, creare nuove possibilità di intervento in future imprese, ipotecare quote di partecipazione in nuovi programmi.

Il modulo dello Spacelab può essere considerato oggi un candidato unico per divenire l'elemento base delle future stazioni spaziali, e questo non solo negli studi europei, che l'ESA sta

facendo compiere, ma anche nelle concezioni americane della NASA.

Il Marshall Space Flight Center, con il supporto industriale della McDonnell Douglas, ha approfondito un concetto evolutivo di stazione, denominato SAMP (Science and Application Manned Platform), vale a dire una piattaforma abitata per scopi scientifici e applicativi che, partendo dall'accoppiamento di uno o più moduli Spacelab destinati a ricerche scientifiche e tecnologiche con un modulo di nuova concezione per generazione di potenza elettrica, si è andata arricchendo di altri elementi, fino a diventare una completa stazione dotata di tutti i servizi per l'assemblaggio di strutture e sistemi e per il lancio stadi superiori.

Appare evidente che i grandi investimenti fatti a livello nazionale, per permettere lo sviluppo di contributi come quello italiano al programma Spacelab, sono destinati a generare, se politicamente sostenuti da validi accordi internazionali, possibilità di intervento considerevoli nello sviluppo dei futuri sistemi spaziali.

I benefici degli investimenti nelle attività spaziali non tarderanno a ricadere sulle nazioni che hanno saputo, per tempo, con programmi adeguati, affrontare i necessari sviluppi; nel campo delle telecomunicazioni già stiamo assistendo al ritorno commerciale delle imprese che, attraverso il segmento spaziale riescono a penetrare anche nel segmento terrestre, economicamente ancora più valido.

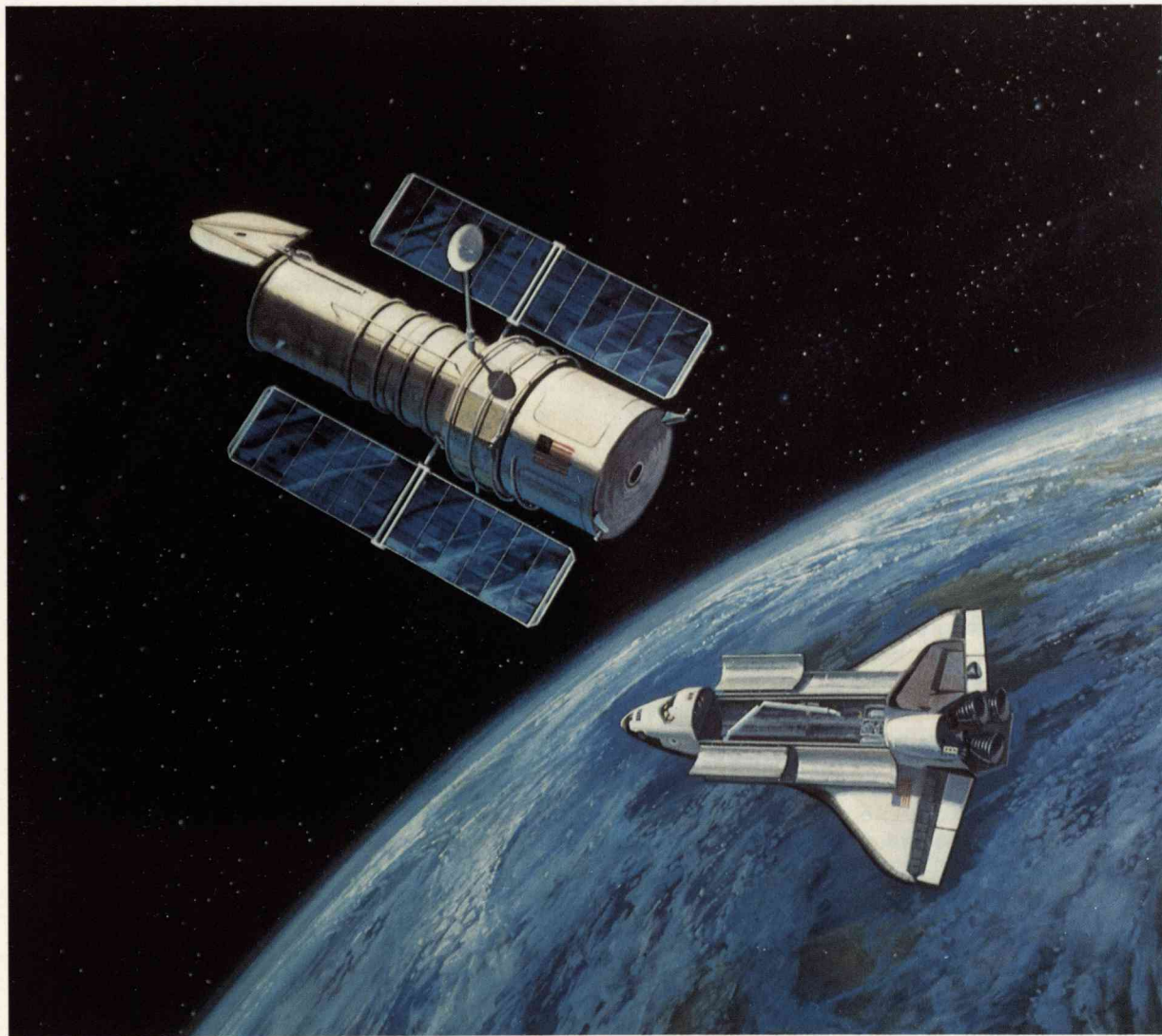
L'industrializzazione e la commercializzazione dello spazio sono alle porte; lo Space Shuttle ha aperto una nuova era, lo Spacelab e le stazioni spaziali renderanno possibile lo sfruttamento dello spazio per una generazione di prodotti commercialmente remunerativi; le ditte e le imprese che sapranno sfruttare per prime le

nuove possibilità, coglieranno i frutti degli investimenti che ora è necessario fare per conquistare questi nuovi mercati che lo spazio va offrendo.

Orizzonti nuovi si vanno delineando, uomini coraggiosi ancora una volta approfitteranno degli spazi aperti all'umanità.

(E. Vallerani, Direttore Settore Spazio Aeritalia)

*L'osservatorio astronomico
spaziale americano che sarà
messo in orbita dallo Shuttle*



Un futuro per l'aviazione civile

a cura dell'Aeritalia

Il settore aeronautico è tra quelli che hanno conosciuto la maggior rapidità nel tasso di innovazione tecnologica.

Tale innovazione, benché continua, è stata percepita dai non addetti ai lavori solo quando ha consentito primati sensazionali o ha prodotto le novità più vistose quali la propulsione a getto o il volo supersonico.

Oggi il settore aeronautico è in una fase evolutiva assai vivace che, anche se non ancora completamente percepita dal grosso pubblico, è così innovativa da cambiare radicalmente la filosofia e le linee di progetto dei nuovi aeromobili.

Le prospettive tecnologiche a medio e lungo termine del settore aeronautico

L'evoluzione tecnica del settore aeronautico è stata spesso influenzata da avvenimenti di rilevante importanza storica.

Gli eventi bellici, ad esempio, hanno dato un grande impulso al progresso aeronautico in quanto la esigenza di disporre di aeromobili con sempre migliori prestazioni globali ha portato alla adozione di soluzioni tecniche innovative e talvolta rivoluzionarie trasferite poi nell'aviazione civile (esempio classico: la propulsione a getto).

In tempi più vicini a noi un avvenimento meno cruento ma altrettanto condizionante quale la crisi energetica ha avuto e continuerà ad avere grande influenza nei futuri sviluppi tecnici dell'aviazione civile.

Infatti, fino a quando la prima crisi energetica del 1973 ed il conseguente aumento del costo del petrolio non hanno fatto comprendere che l'era dell'energia a basso costo era tramontata, il progresso aeronautico era stato scandito dal progressivo aumento della velocità. Le tappe

ultime di tale evoluzione sono stati il «Concorde» ed il «Tupolev TU 144».

Con la crisi energetica si è capito che l'egualianza progresso = velocità non sempre è vera e che le conquiste tecnologiche degli ultimi anni potevano e dovevano essere utilizzate per ridurre i consumi o, per essere più precisi, per ridurre i costi diretti di esercizio su cui il costo del carburante incideva in maniera sempre più pesante.

Per perseguire tale obiettivo i progettisti operano in diverse direzioni che sono:

- 1) Analisi critica ed eventuale revisione delle scelte di progetto in modo da inquadrare esattamente il velivolo nello scenario operativo ed economico cui è rivolto.
- 2) Introduzione di nuove tecnologie in grado di influenzare positivamente i costi diretti di esercizio.
- 3) Stretta integrazione delle varie innovazioni tecnologiche in modo da ottenere vantaggi globali superiori alla somma dei vantaggi ottenibili da ogni singola tecnologia.

Se esaminiamo brevemente le tecnologie su cui principalmente si concentra l'attenzione dei tecnici esse sono:

- 1) Aerodinamica
- 2) Propulsione
- 3) Strutture e nuovi materiali
- 4) Stabilità e controllo
- 5) Cabina di pilotaggio

Proviamo a vederle in dettaglio.

Aerodinamica

Il miglioramento delle caratteristiche aerodinamiche dei velivoli passa attraverso vari stadi; alcuni sono percorribili autonomamente, altri richiedono il supporto di altre tecnologie per essere resi operativi.

Le strade percorse o percorribili per ridurre la resistenza aerodinamica dei velivoli sono inquadabili in uno o nell'altro di questi filoni.

Ricordiamo ad esempio: l'adozione delle alette di estremità; l'aumento dell'allungamento alare (l'adozione delle ali in materiale composito sposterà verso allungamenti maggiori degli attuali il punto ottimo tra allungamento e peso dell'ala); l'adozione di profili laminari (subordinata alla possibilità di costruire ali perfettamente lisce in composito); la riduzione della interferenza aerodinamica tra le varie parti del velivolo frutto di uno studio di ottimizzazione e resa attuabile dalla possibilità di ottenere le forme complesse richieste dai raccordi mediante adozione di materiali quali il kevlar; il miglioramento del disegno delle prese d'aria e dell'aerodinamica interna; l'adozione, in futuro, di fusoliere non più con tronco centrale cilindrico ma sagomate per ridurre la resistenza; l'adozione, in futuro, di configurazioni nuove o innovative (canard, doppia fusoliera, ecc.); il controllo dello strato limite.

La costruzione in compositi priva di escrescenze e una maggiore cura nel progetto tesa ad impedire, sotto i carichi di volo, gli sprofilamenti delle parti mobili, produrrà ulteriori miglioramenti. A questi miglioramenti ottenuti lavorando sulla forma sono da sommare gli effetti che i miglioramenti in altri settori producono sulla resistenza dei velivoli.

Propulsione

Il settore della propulsione è stato uno di quelli che ha subito una notevole revisione critica. Indipendentemente dai miglioramenti tecnologici apportabili ai motori si è cercato di capire se effettivamente la propulsione a getto fosse sempre la più conveniente ai fini energetici dato per

scontato che per ottenere una riduzione sensibile dei consumi bisognava accettare una certa riduzione di velocità, che possiamo indicare nel caso dei jet: da mach 0,78-0,82 a mach 0,72.

Nel prossimo futuro non esisteranno ancora alternative industriali valide alla turbina a gas. Pertanto, escludendo l'impiego del jet puro per i suoi alti consumi e dei post-bruciatori, adatti solo per il volo supersonico, le possibili soluzioni sono:

- Turboelica con elica a profili avanzati (da 4 ad 8 pale).
- «Propfan» (elica con $8 \div 10$ pale tozze e svergolate).
- «Turbofan» ad elevato rapporto di diluizione (solo il $10 \div 20\%$ dell'aria trattata viene portata a temperatura elevata).

Tutte le maggiori industrie aeronautiche hanno effettuato analisi sui vantaggi e svantaggi di queste alternative. L'Aeritalia — azienda italiana leader nel settore dei velivoli ad ala fissa — è pervenuta alla seguente conclusione:

- Per velivoli con dimensioni fra gli 80 ed i 120 posti operanti su tratte tipiche da $500 \div 600$ km, la velocità ottima è intorno ad un numero di mach di 0,6. Tale velocità si colloca tra 0,45 dei turboelica esistenti e circa 0,8 dei jet ed il propulsore migliore è il turboelica a profili avanzati.
- Nella fascia dei 120-150 posti con tratte tipiche di circa $800 \div 1000$ km il propfan è teoricamente migliore del turbofan ma restano molti problemi tecnici da risolvere per cui è probabile che quest'area rimanga motorizzata da turbofan.
- Per i velivoli di oltre 150 passeggeri e tratte medio-lunghe, il turbofan non ha attualmente concorrenti validi.

Indipendentemente dal tipo di propulsione è co-

*Volo dimostrativo di un Boeing
767 del programma congiunto
Boeing - Aeritalia*



Il futuro velivolo da trasporto
« di terzo livello » ATR 42,
sviluppato da Aeritalia e
Aerospatiale



munque in corso nel mondo un'intensa attività di ricerca per ridurre i consumi della turbina a gas in quanto il propulsore rimane la maggiore fonte di potenziali risparmi di combustibile. Le direzioni in cui ci si muove vanno dal miglior rendimento dei compressori, al miglior rendimento delle turbine, a sistemi di controllo del combustibile di tipo digitale. In futuro si potrà avere il controllo attivo della distanza radiale tra le palette di turbina e l'involucro motore.

Nel settore dei turboelica si avranno: miglioramenti delle scatole di riduzione, dei sistemi di controllo dell'elica, e applicazione di materiali compositi e profili avanzati per le eliche.

È importante osservare in generale che il miglioramento in un'area induce benefici effetti a cascata. Nel caso sopracitato dei motori, ad esempio, i miglioramenti si traducono in motori più compatti (a vantaggio della aerodinamica), più leggeri, e con più bassi consumi specifici.

Il diminuito peso del motore ed il ridotto consumo di combustibile comportano una diminuzione del peso al decollo dell'aeromobile, il che consente di ridurre la superficie alare con ulteriore riduzione del peso e dei consumi per effetto della minore resistenza aerodinamica.

Strutture

Un altro settore in rapida evoluzione è quello delle strutture e dei nuovi materiali.

L'estensione dell'uso dei materiali compositi (in particolare fibre di carbonio) anche alle strutture primarie (ala, fusoliera) porterà entro il Duemila ad una riduzione di almeno il 25% del peso strutturale del velivolo.

Ai «fattori dei compositi» rispondono i «fattori dell'alluminio» con una intensa ricerca nel campo di nuove leghe (ad es. al litio) con caratteristiche sempre migliori e con il vantaggio di

mantenere quasi inalterate le metodologie produttive.

È probabile che i migliori risultati in termini di costi diretti di esercizio si otterranno con velivoli che utilizzeranno in parte materiali compositi, in parte le nuove leghe. Non va dimenticato che a fronte dei maggiori costi produttivi che, almeno nella fase iniziale, comporteranno le fibre di carbonio esse presentano il vantaggio di una finitura superficiale nettamente migliore di quella ottenibile con le leghe metalliche.

Tale grado di finitura è indispensabile se si vogliono utilizzare efficacemente i profili laminari per le ali.

Le parti costruite in leghe metalliche beneficeranno a loro volta, di un più esteso uso degli incollaggi al posto della rivettatura.

Stabilità e controllo

I miglioramenti nel campo della stabilità e controllo sono orientati verso la introduzione progressiva dei controlli attivi.

Si definiscono controlli attivi tutti quei controlli che reagendo opportunamente ad una perturbazione dell'equilibrio ristabiliscono l'equilibrio medesimo.

I controlli attivi consentiranno di avere un netto miglioramento del confort dei passeggeri, aumentando la stabilità degli aerei con l'alleviatore di raffica e l'alleviatore di carichi, che permette ulteriori riduzioni del peso dell'aeromobile.

Ai controlli attivi appartengono anche gli smorzatori di flutter (con riduzione di peso dell'aeromobile), la «Relaxed stability» (con riduzione delle dimensioni dei piani di coda e quindi del peso e della resistenza aerodinamica), ed infine la «stabilità artificiale». Quest'ultima applicazione, nel settore civile, potrebbe aversi per ve-

livoli di configurazione inusuale ed intrinsecamente instabili.

Cabina di pilotaggio

I miglioramenti della cabina di pilotaggio e della strumentazione disponibile consentiranno ulteriore economia di esercizio e maggior sicurezza, riducendo la fatica dell'equipaggio. I miglioramenti saranno concentrati nella ottimizzazione dell'interfaccia uomo-macchina, ad esempio con la «presentazione dei dati a testa alta»: i dati, cioè, che riguardano la condotta del volo vengono proiettati sul parabrezza senza costringere il pilota a dividere la sua attenzione tra cruscotto ed ambiente esterno. Ad una analogia filosofia si ispirano i sistemi di allarme centralizzati per avarie, e la presentazione su schermo-video, sia in analogico che alfanumerico, dei dati che interessano.

Ciò consente di leggere un maggior numero di parametri di quanto non consentano gli strumenti attuali di leggere le liste di controllo e le procedure opportune per le varie fasi del volo. In caso di avaria, ad esempio, compare la descrizione del tipo di avaria e le procedure da applicare. Si tratta sempre di applicazioni che fanno esteso uso di microelettronica: un caso speciale è il computer di bordo in grado di determinare, caso per caso, il profilo ottimo di missione; collegato con l'autopilota e con il comando dei motori può consentire una completa automazione del volo.

Le possibilità per l'industria italiana

L'attuale situazione dell'aviazione civile offre interessanti possibilità all'industria italiana, se essa sarà in grado di reggere il passo della evoluzione tecnologica.

L'incremento dei costi del combustibile, come

già detto, impone una ristrutturazione del sistema rotte-flotta aerea che consentirà l'introduzione di una «nuova generazione» di velivoli ad elica di bassa-media capacità.

Questo prodotto è alla portata della industria aeronautica italiana sia in termini economici che tecnici (in posizione leader o paritetica).

Questa strada è stata già intrapresa con l'ATR 42, velivolo biturboelica da 42-49 passeggeri, con derivati fino a 60 posti, sviluppato congiuntamente da Aeritalia ed Aerospatiale francese. Sono allo studio nuovi progetti per un turboelica avanzato da circa 100 posti da immettere sul mercato nel 1990.

Su tale velivolo verranno introdotte molte delle tecnologie descritte oltre a miglioramenti tendenti a ridurre la rumorosità all'interno del velivolo.

L'uso di velivoli del genere consentirà inoltre la economicità di gestione per un numero crescente di rotte nelle distanze brevi e medie, realizzando quel che si definisce aviazione «di terzo livello».

L'industria aeronautica è altresì in grado di partecipare con quote di minoranza a programmi per velivoli di dimensioni maggiori. Anche in questo settore l'Aeritalia ha dimostrato che è possibile inserirsi efficacemente con la partecipazione al programma 767 con la Boeing.

Esiste inoltre la possibilità per l'industria aeronautica italiana di fornire tecnologie o componenti tecnologicamente avanzati a paesi a più basso livello tecnologico.

(a cura dell'Aeritalia)

Il futuro delle tecnologie marine

G. Sebastiani, Tecnomare

La società industriale avanzata nella quale viviamo è caratterizzata da un crescente consumo delle risorse naturali (idrocarburi, minerali ecc.) non rinnovabili del pianeta. Oggi appare tuttavia evidente che mentre le risorse terrestri vanno verso un rapido esaurimento, la grande riserva mare resta ancora praticamente intatta. È evidente ed inevitabile, quindi, che le tecnologie marine, viste come il complesso delle conoscenze, dei mezzi e delle tecniche per lo sfruttamento delle risorse marine e per l'utilizzazione razionale dell'ambiente Mare siano destinate nel prossimo futuro ad un rapido e crescente sviluppo.

Il mare infatti contiene nel suo sottofondo notevoli riserve di idrocarburi, ancora in gran parte inesplorate, mentre sui piani abissali degli oceani è accertata la presenza di grandissime quantità di noduli polimetallici ricchi di minerali strategici quali manganese, ferro, nichel, cobalto e rame.

Ma il campo di intervento delle future tecnologie marine non sarà certo limitato allo sfruttamento delle risorse minerarie.

Ad oggi infatti la tecnologia per l'utilizzazione di grandi quantità di energie alternative rinnovabili dal mare è già a un buon livello di sviluppo, mentre nel prossimo futuro potremmo assistere a una vera e propria rivoluzione nell'ambito dello sfruttamento delle risorse biologiche, con l'introduzione di metodi di coltivazione razionale di pesci o alghe in grandi fattorie o habitat sottomarini.

Parallelamente potrà verificarsi una progressiva utilizzazione dell'ambiente mare, visto come estensione del territorio, per insediamenti stabili di tipo industriale ed infine di veri e propri habitat per l'uomo.

Punto di partenza e fattore condizionante insie-

me delle tecnologie marine, è l'ambiente mare in cui si opera che per diversi aspetti è da considerare ostile rispetto alle attività dell'uomo.

Ne discende che la conoscenza scientifica e tecnologica dell'ambiente costituiscono la premessa indispensabile per ogni tipo di attività in mare e che le soluzioni impiantistiche e operative da sviluppare sono in generale diverse da quelle a terra.

Questa premessa permette di capire perché le tecnologie marine, una branca relativamente giovane dell'attività umana, pur avendo in una prima fase importato le conoscenze e le tecniche già in uso in altri settori industriali, tendono oggi a divenire un settore autonomo che sviluppa le sue peculiari conoscenze e le sue specifiche soluzioni.

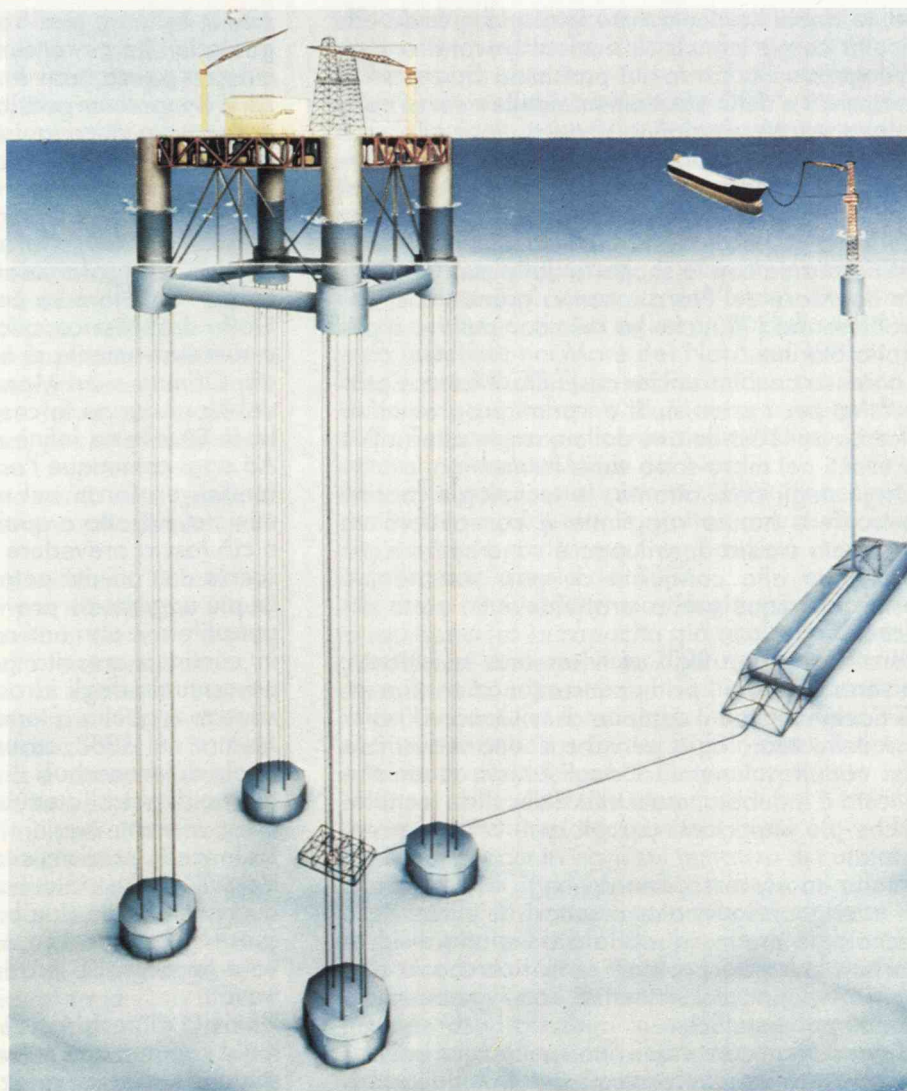
Una caratteristica importante delle tecnologie marine è il loro notevole impatto economico finanziario: impianti di una certa importanza da installare in mare raggiungono costi così elevati, che le compagnie ritengono opportuno associarsi in consorzi per meglio fronteggiare gli impegni economici e gli eventuali rischi di fallimento dell'impresa.

Lo sviluppo dell'attività industriale marina può avere notevole impatto nel tessuto economico sociale delle aree geografiche interessate; piccole città e paesi della Costa Norvegese sono in pochi anni diventati centri di notevole attività scientifica, industriale e commerciale, a seguito della scoperta e messa in produzione dei giacimenti petroliferi nel Mare del Nord.

È importante infine segnalare le implicazioni politiche e giuridiche anche a livello internazionale, connesse con lo sviluppo delle tecnologie marine ed in particolare con lo sfruttamento delle risorse presenti negli oceani.

Ne è testimone la vicenda della Legge del Ma-

*Piattaforma galleggiante ad
ancoraggi verticali tensionati
per 300 m di profondità*



re, la quale ha dimostrato finora la grande difficoltà che le principali nazioni trovano a raggiungere un accordo sul problema chiave della proprietà e dello sfruttamento delle risorse nelle acque extraterritoriali.

Da un punto di vista storico la corsa allo sviluppo delle tecnologie marine, iniziata negli anni cinquanta e sessanta, nel settore degli idrocarburi, ha avuto un forte impulso all'inizio degli anni settanta con la scoperta delle enormi riserve del Mare del Nord e con la grande crisi petrolifera del 1973, che ha reso competitivo il petrolio marino.

La stessa crisi ha anche costituito il fattore propulsivo per i primi studi e i primi programmi di ricerca per l'estrazione delle energie alternative presenti nel mare sotto varie forme.

Oggi, negli anni ottanta, le tecnologie marine petrolifere hanno raggiunto e consolidato un avanzato stadio di sviluppo e sono sempre più proiettate alla conquista di mari sempre più ostili, in acque molto profonde e in zone artiche.

Parallelamente, negli anni sessanta e settanta, si sono costituiti i primi consorzi nazionali e internazionali, con il compito di sviluppare l'insieme delle tecnologie per la raccolta industriale dei noduli polimetallici dagli abissi oceanici e questa è indubbiamente una delle sfide tecnologiche più importanti per gli anni ottanta e novanta.

L'Italia ha espresso, fino ad oggi, una presenza di avanguardia in alcuni settori di punta delle tecnologie marine quali la produzione di idrocarburi da mari profondi e le ricerche in atto per lo sviluppo dei sistemi di «coltivazione» dei noduli polimetallici.

Si considera comunque indispensabile un rafforzamento qualitativo e quantitativo della pre-

senza italiana, per fronteggiare in modo adeguato la sfida in atto, la cui posta in gioco, per ciascun paese, non è soltanto quella di assicurarsi il massimo possibile di risorse, ma più ancora quella di conquistarsi una fetta consistente nel mercato delle tecnologie marine avanzate a livello mondiale.

Idrocarburi dal sottofondo del mare

L'attività di esplorazione e produzione di idrocarburi dal mare ha preso avvio in America, nel Golfo del Messico, alla fine degli anni quaranta e successivamente si è estesa dapprima in Medio Oriente e nel Mare Adriatico, poi nel Mare del Nord, lungo le coste dell'Africa Occidentale, in Brasile ed infine in altre parti del mondo.

Ad oggi comunque l'estensione complessiva dei fondali esplorati nel mondo, può considerarsi minima, rispetto a quella dei fondali inesplorati e ciò lascia prevedere una intensificazione crescente dell'attività petrolifera in mare aperto.

Le più aggiornate previsioni fatte da compagnie petrolifere e altri enti concordano nel prevedere in continua crescita per il prossimo futuro la percentuale degli idrocarburi prodotta in mare, rispetto a quella a terra.

Mentre nel 1982, su una produzione mondiale totale di idrocarburi di circa 70 milioni di barili-giorno di petrolio equivalente, il 25% proveniva da giacimenti marini, nel Duemila tale percentuale viene prevista intorno al 35-40%.

L'attività industriale marina nel settore idrocarburi comprende due branche distinte e tra loro successive nel tempo, la perforazione esplorativa e la messa in produzione dei giacimenti ritrovati.

L'attività di perforazione esplorativa viene effettuata con impianti provvisori di trivellazione costituiti da speciali mezzi navali.

L'attività di produzione di olio e gas dai giacimenti è molto più impegnativa in quanto prevede installazioni permanenti in mare aperto (le piattaforme di produzione) che sostengono alla loro sommità tutti gli impianti necessari all'estrazione e al trattamento degli idrocarburi. Queste strutture vengono normalmente progettate per una vita operativa di vent'anni o più. A differenza delle strutture terrestri, le piattaforme di produzione devono resistere ad onde marine molto grandi, che, ad esempio, nel Mare del Nord, raggiungono i 30 m di altezza.

A titolo indicativo le forze applicate da tali onde alle strutture marine, sono dieci-venti volte più elevate delle massime forze sperimentate da strutture terrestri similari, per effetto del vento massimo di progetto.

Le prime piattaforme usate sono state quelle a traliccio, ancorate al terreno mediante pali infissi.

Successivamente sono stati sviluppati concetti di piattaforme più specifici per l'ambiente mare quali le piattaforme a gravità in cemento armato e le piattaforme a gravità in acciaio.

La piattaforma a gravità in cemento armato (CONDEEP) è stata concepita e sviluppata per il Mare del Nord da un consorzio di Società Norvegesi. La piattaforma è composta da un grande basamento sormontato da alcune colonne che sostengono gli impianti alla loro sommità. Nel basamento sono ricavate delle grandi camere che hanno la duplice funzione di permettere il galleggiamento in verticale del complesso durante il trasporto e che si trasformano in serbatoio di stoccaggio dell'olio greggio dopo l'installazione della piattaforma.

La piattaforma a gravità in acciaio (TSG) è stata sviluppata e brevettata dalla Tecnomare ed è composta di un traliccio superiore connesso a

tre cilindri di galleggiamento, terminanti nella parte inferiore con tre basi di appoggio.

Dal punto di vista operativo la TSG ha prestazioni simili a quelle della CONDEEP (trasporto e installazione in posizione verticale, completa di impianti, serbatoio di stoccaggio integrato). Per il concetto CONDEEP la realizzazione più imponente fatta finora è la piattaforma Statfjord B, la quale con un dislocamento di 899000 t ha conquistato il primato di oggetto più pesante mai spostato dall'uomo. Essa ha avuto un costo di 1,8 miliardi di dollari ed è stata installata nel Mare del Nord nel 1981.

Per il concetto TSG, la realizzazione più imponente è la piattaforma di Maureen progettata dalla Tecnomare per conto della Phillips, per il settore inglese del Mare del Nord.

Essa, che con le sue oltre 40.000 t di acciaio, costituisce la più pesante piattaforma di acciaio mai costruita dall'uomo, raggiungerà il sito di installazione a metà del 1983.

Allo stato attuale della tecnologia esiste un netto squilibrio fra la capacità già acquisita di eseguire pozzi esplorativi in 2000 m di profondità d'acqua e la capacità di installare piattaforme di produzione, che ha superato appena i 300 metri di fondali (il primato, di 311 metri, è detenuto dalla piattaforma di Cognac installata nel 1978 nel delta del Mississippi).

Appare quindi logico che il maggiore sforzo di ricerca si concentri oggi sul tentativo di colmare questo divario, sviluppando nuovi concetti di piattaforme di produzione, capaci di operare in acque molto più profonde.

Tale sforzo di ricerca deve ovviamente investire anche tutti gli altri sistemi collegati con la produzione di idrocarburi in mare, quali condotte per il trasporto a terra, serbatoi di stoccaggio del greggio, punti di attacco e caricamento di

petroliere e molte altre attrezzature.

Questo è uno degli obiettivi primari delle Società di Ingegneria Avanzata in campo marino in tutto il mondo e in particolare, in Italia, della Tecnomare.

A titolo esemplificativo, si elencano alcuni tra i più significativi progetti di ricerca che la Tecnomare sta attualmente sviluppando in questo settore:

- Piattaforma metallica fissa in 350 m di fondale.
- Giunti meccanici per la posa in verticale di condotte sottomarine fino a 2000 m di fondale.
- Punto di attracco e caricamento di petroliere fino a 2000 m di profondità d'acqua.
- Sistema sottomarino di produzione idrocarburi in alti fondali.
- Piattaforma galleggiante ad ancoraggi verticali tensionati per produzione di idrocarburi nell'offshore profondo mediterraneo (830 m di fondale).
- Veicolo di ispezione e diagnostica di strutture offshore in fondali fino a 2000 metri.
- Sistema di comando acustico a distanza di teste pozzo sottomarine.

In sintesi, le piattaforme di produzione del futuro, per alti fondali oltre alle piattaforme fisse (a traliccio o a tripode) che, si pensa, non possono superare il limite dei 350 m, comprendono tutta una famiglia di nuove strutture denominate «cedevoli», capaci di flettersi o spostarsi in modo controllato, sotto l'azione delle onde, con l'effetto di una forte riduzione delle forze assorbite dalla struttura e trasmesse alla fondazione.

Rientrano in questa categoria alcuni concetti dai nomi certo non familiari: la «torre strallata», il «monopalo», la «torre articolata», la

«piattaforma galleggiante ad ancoraggi verticali tensionati».

Tutti questi concetti, oggi allo stadio di studio e progettazione avanzata, presentano ancora problemi di fattibilità riguardo a metodi di progettazione, tecniche di costruzione e installazione, materiali, affidabilità e sicurezza durante l'esercizio.

In un scenario proiettato nel futuro, fino al Duemila, si possono immaginare per la produzione di idrocarburi strutture e sistemi ancora più rivoluzionari quali:

- Sistemi sottomarini presidiati o automatici, dotati di robot a loro dedicati per le esigenze di ispezione e manutenzione.
- Condotte varate in 2000 metri di fondali e oltre.
- Sottomarini-petroliera, per il trasporto di olio o gas liquefatto sotto la banchisa polare.
- Piattaforme di produzione per zone artiche, fissate al fondo, ma pronte a sganciarsi velocemente e ad allontanarsi se minacciate dal passaggio di iceberg.
- Enormi piattaforme di ghiaccio, mantenute in vita da opportuni sistemi di raffreddamento.

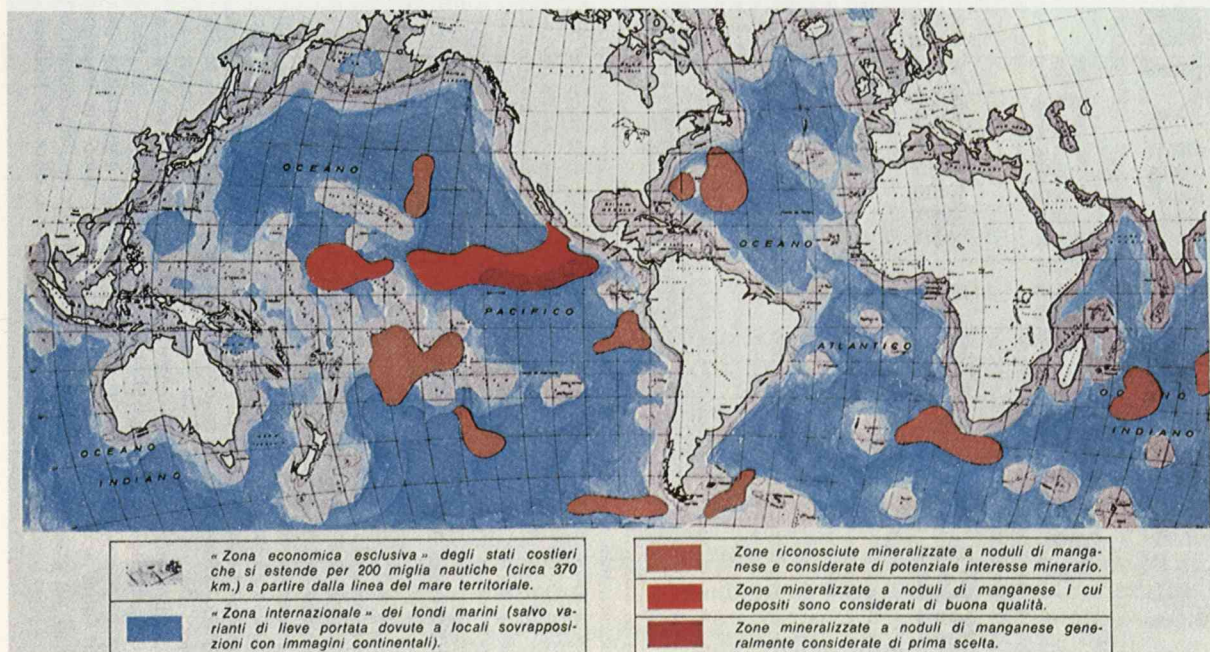
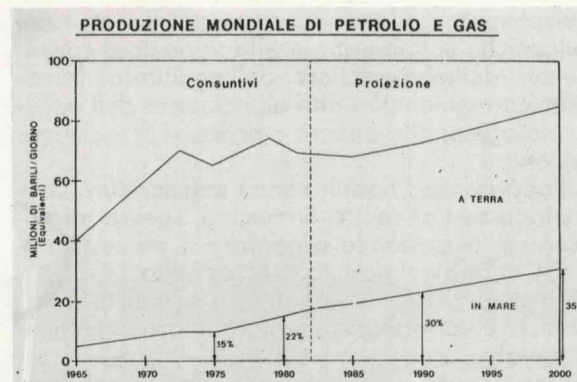
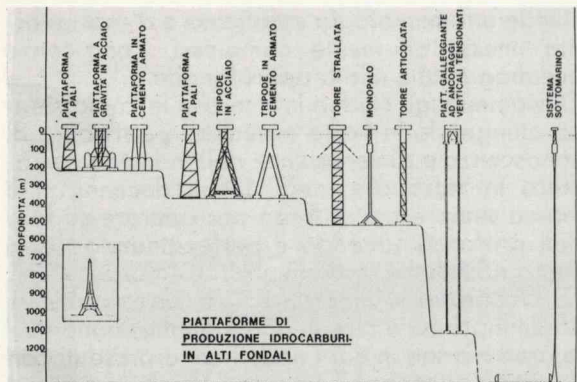
Minerali dai fondali marini

Tra i minerali presenti sui fondali marini, la categoria più nota è costituita dai noduli polimetallici, presenti nei piani abissali degli oceani in profondità variabili fra i 2500 e i 6000 metri.

La prima scoperta dei noduli risale al 1873 ma è soltanto dal 1957 che si è cominciato a parlare di un possibile sfruttamento industriale.

Poco si sa di come i noduli si siano formati e diverse sono le ipotesi formulate dagli scienziati per spiegarne la genesi: alcuni ricercatori attri-

*Situazione dell'attività di
esplorazione di idrocarburi nel
mondo*



buiscono maggiore importanza alle eruzioni vulcaniche sottomarine e alle variazioni conseguenti delle condizioni dell'equilibrio fisico-chimico ambientale; altri all'influenza dell'attività biologica; altri ancora a processi di sedimentazione.

All'apparenza i noduli hanno una scrittura concentrica con al centro un nucleo, spesso microscopico, di sostanze organiche o minerali, attorno al quale il nodulo si è costituito.

La densità dei noduli per metro quadrato di superficie è variabile, come pure il loro contenuto in metalli.

In una precisa area del fondo marino nel Pacifico, situata tra l'America Centrale e le isole Hawai, denominata «Clarion-Clipperton Area», i ricercatori hanno individuato i depositi più pregiati e promettenti per quantità e qualità. In questa area di circa 7 milioni di chilometri quadrati, si trova l'equivalente di tutte le riserve di nichel e di manganese accertate oggi in terraferma, più di un quarto di quelle di rame e sei volte quelle di cobalto.

Globalmente il Dipartimento degli Affari Economici e Sociali Internazionali dell'ONU ha stimato che la prima generazione di operatori minerari può contare su riserve potenziali di noduli secchi stimate in circa 23 miliardi di tonnellate (i noduli bagnati contengono circa un 30% di acqua di peso), dalle quali si possono estrarre 290 milioni di tonnellate di nichel, 240 milioni di tonnellate di rame, 60 milioni di tonnellate di cobalto e 6 miliardi di tonnellate di manganese. Perché questa risorsa potenziale sia disponibile, l'uomo dovrà raccogliere questi noduli dagli abissi oceanici, sollevarli alla superficie del mare, trasportarli a terra e sottoporli a trattamento metallurgico.

L'attività industriale dei noduli polimetallici ri-

chiede una tecnologia sofisticata e d'avanguardia, mezzi altamente complessi, conoscenze oceanografiche molto approfondite.

Ovviamente gli studi e le ricerche in corso stanno attingendo in vasta misura al patrimonio di conoscenze e di esperienze dell'industria petrolifera in mare che, negli ultimi decenni, si è mossa sempre più al largo per operare su fondali profondi, ideando e perfezionando nuovi mezzi e tecniche operative.

La prospezione mineraria è la fase operativa preliminare ed è diretta alla identificazione delle aree marine in cui i noduli sono presenti con densità di distribuzione e con tenori in metallo superiori al limite minimo di «coltivabilità economica».

La fase più impegnativa è quella della coltivazione la quale richiede una capacità operativa continua in pieno oceano, di attrezzature molto complesse e sofisticate.

Gli impianti di prima generazione consistono in un sistema di raccolta al fondo, in una condotta di risalita e in una nave di coltivazione (nave-miniera) che costituisce la base operativa di tutto il complesso.

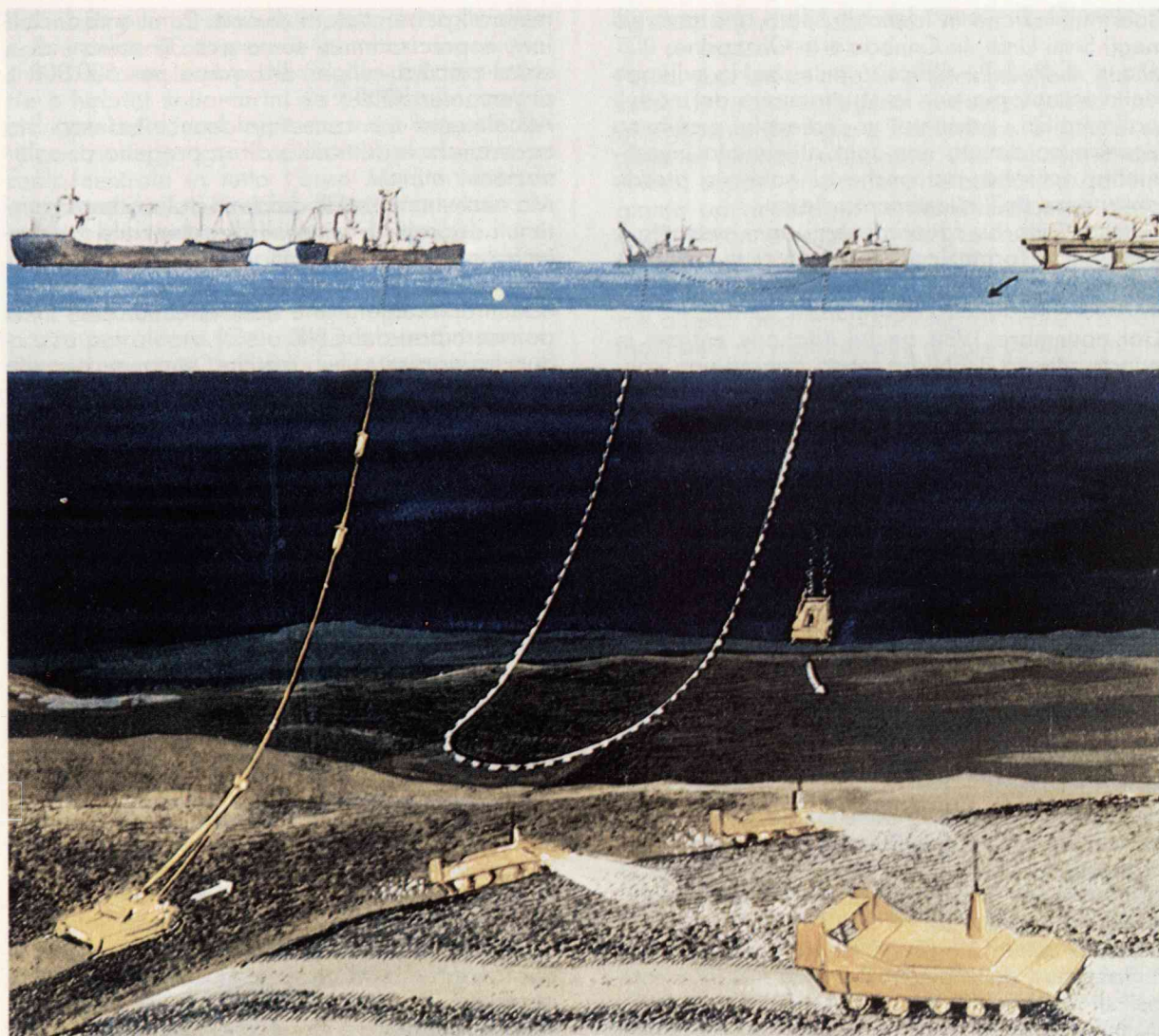
La risalita dei noduli avviene lungo la condotta, che misura 5 o più chilometri, ed è ottenuta con pompaggio idraulico o pneumatico.

La nave-miniera dovrà avere un tonnellaggio di almeno 100.000 tonnellate e una potenza installata di almeno 60.000 HP; dovrà essere dotata di sistemi di posizionamento dinamico, di ambienti per alloggiare almeno 150 persone e di comparti per lo stoccaggio dei noduli estraibili in quindici giorni di lavoro.

Il trasporto viene effettuato per mezzo di «navi-mineraliere» che fanno la spola tra la nave-miniera e l'impianto metallurgico a terra.

La fase del trattamento metallurgico è in via di

*Sistemi per la raccolta di
noduli polimetallici nei fondali
oceanici*
(foto « Rivista Marittima »)



sperimentazione in impianti pilota, già costruiti negli Stati Uniti, in Canada e in Giappone.

Ma al di là delle difficoltà tecniche, lo sviluppo della tecnologia per lo sfruttamento dei noduli polimetallici, presenta un notevole problema economico dovuto non solo all'elevato investimento richiesto, ma anche al notevole ritardo del ritorno dell'investimento stesso.

Questo fatto ha favorito negli anni sessanta e settanta la formazione di consorzi di aziende; ad oggi sono cinque in tutto il mondo, alcuni a carattere nazionale, altri internazionale.

Dal novembre 1980 anche l'Italia è entrata in questa attività. L'ENI ha infatti firmato una convenzione con il consorzio Belga-Americano OMA (Ocean Mining Associates) acquistando una partecipazione del 25%.

Questo consorzio che ha come prima concessione una superficie di 60.000 km² in una delle aree più ricche dell'Oceano Pacifico ha iniziato la sua attività già dal 1974 e programma di iniziare la produzione industriale nel 1990 raggiungendo il regime nel 1993, con un investimento complessivo di 1460 milioni di dollari e spese di produzione di 460 milioni di dollari l'anno.

La presenza dell'Italia in questa impresa è molto importante, non soltanto per la notevole quantità di risorse minerarie che potrà ricavarne in un prossimo futuro ma anche per l'accesso a tutto il complesso delle conoscenze e delle tecnologie che ne deriveranno.

Occorre ricordare infine che i noduli polimetallici non sono l'unica risorsa mineraria ricavabile dai fondali marini.

Un altro esempio è costituito dai fanghi metalliferi scoperti nelle acque del Mar Rosso in fondali di 2000-3000 metri.

Su un'area di 23 miglia quadrate sono presenti

minerali per un valore di circa 2 miliardi di dollari, e precisamente ferro per 30 milioni di t, zinco per 2,5 milioni di t, rame per 500.000 t, argento per 9000 t.

Attualmente un consorzio franco-tedesco sta accertando la fattibilità di un progetto di coltivazione.

Ma anche sui fondali dei mari italiani sono contenuti depositi di minerali di potenziale interesse industriale.

Nel Tirreno Meridionale la prima scoperta di noduli di manganese è stata effettuata nel 1968 da ricercatori del CNR.

Successivamente le ricerche sono proseguite con risultati positivi nel periodo 1977-1981, nell'ambito del progetto finalizzato Oceanografia e Fondali Marini.

A conclusione di queste prime ricerche le zone più interessanti sono state individuate sulle pendici dei vulcani sommersi e in particolare nella zona del Palinuro.

A partire dal 1981 è in atto da parte di Società dell'ENI una campagna esplorativa sistematica della zona del Palinuro e di altre zone vicine. I risultati fin qui conseguiti sono globalmente giudicati molto promettenti.

Presenza e ruolo dell'Italia

L'Italia per la sua collocazione geografica al centro del Mediterraneo, con uno sviluppo costiero di migliaia di chilometri, è una nazione naturalmente interessata ai problemi del Mare ed allo sviluppo delle tecnologie marine.

La prima ragione pratica di questo interesse nasce dalla nota povertà di risorse energetiche e minerarie del nostro paese. L'Italia può ottenere dai fondali marini un valido contributo alle sue necessità di risorse petrolifere e minerarie, mentre in un futuro appena più lontano potreb-

be iniziare lo sfruttamento delle energie alternative presenti nel mare e la coltivazione intensiva di risorse biologiche (alghe, pesci) in fattorie o habitat sottomarini. In più, l'Italia, con lo sviluppo delle tecnologie marine e favorita dalla posizione geografica, potrebbe acquisire un ruolo centrale in tutta l'area Mediterranea in questo settore e potrebbe rafforzare il ruolo che già occupa anche a livello mondiale.

Dal punto di vista storico nel settore degli idrocarburi in mare, l'Italia è presente fin dai primi anni cinquanta, quando l'Agip realizzò il primo pozzo petrolifero (Gela 21) nei mari Europei.

Successivamente l'attività di ricerca e produzione di idrocarburi si è sviluppata ed estesa progressivamente a tutto l'Adriatico, al Mar Jonio, al Canale di Sicilia; numerose piattaforme di produzione (piccole se paragonate a quelle del Mare del Nord), sono state installate in tali mari.

Ad oggi il 64% del gas di produzione nazionale viene dal mare, mentre per il petrolio tale quota è del 21%.

Gli ultimi consistenti ritrovamenti di petrolio, in particolare i campi di Mila e di Vega, a Sud della Sicilia, lasciano ben sperare anche per le ulteriori esplorazioni in corso nella zona.

Ancora più consistenti sono le riserve di petrolio già scoperte nella zona libica del Canale di Sicilia per lo sfruttamento delle quali è stato assegnato alla Tecnomare il contratto per l'ingegneria della piattaforma di produzione. Si tratta della prima piattaforma per il Mar Mediterraneo, comparabile come grandezza alle grandi piattaforme del Mare del Nord.

È importante segnalare poi, i primi ritrovamenti di idrocarburi nei fondali del Mediterraneo profondo.

Fra questi, il più importante è il campo di Aquila,

scoperto dall'Agip nel canale di Otranto a 830 m di profondità.

Per la sua futura messa in produzione è già in corso un grande progetto di ricerca svolto congiuntamente da Agip e Tecnomare. In tale progetto si intende sviluppare una soluzione per diversi aspetti originale, di piattaforma galleggiante ad ancoraggi verticali tensionati, della quale saranno sperimentati i componenti e sottosistemi più critici.

Se i risultati della ricerca in corso saranno, come atteso, positivi, potremmo arrivare fra non molti anni all'installazione di tale piattaforma in acque italiane in 830 m di fondali. Sarebbe, di gran lunga, il record mondiale assoluto di profondità per piattaforme di produzione.

Un altro problema di grande importanza per l'industria petrolifera nel mare, è quello del trasporto degli idrocarburi, in particolare mediante condotte sottomarine.

Nelle operazioni di varo di tali condotte, la tecnologia italiana occupa una posizione di avanguardia nel mondo e con il varo del Gasdotto Transmediterraneo detiene il primato di massima profondità raggiunta finora (600 m). Tale attraversamento, eseguito dalle Società del gruppo ENI, Saipem e Snamprogetti, consiste in tre condotte parallele ciascuna del diametro di 50 centimetri.

La presenza italiana nel settore delle tecnologie marine avanzate si estende, come già detto, anche in altri settori.

La partecipazione dell'ENI al consorzio OMA per lo sfruttamento dei noduli polimetallici oceanici è una presenza molto attiva anche sul piano tecnologico e operativo. Infatti pur in presenza della forte concorrenza americana, alcune importanti commesse dell'OMA sono state

assegnate a Società dell'ENI, quali la Snam-progetti e il Nuovo Pignone.

Alla Tecnomare, in particolare, sono stati affidati lo studio ingegneristico e la realizzazione del prototipo del collettore dei noduli al fondo. L'ENI ha iniziato anche, come già detto, un programma di ricerche di minerali sui fondali del Tirreno Meridionale i cui primi risultati, giudicati molto interessanti, lasciano prevedere per il prossimo futuro anche lo sviluppo di una tecnologia autonoma nazionale in questo settore.

Volendo tentare una valutazione più generale della presenza italiana nelle tecnologie marine, il punto di partenza è che, come già visto, in diversi settori di punta tale presenza è notevolmente attiva e di avanguardia. Questi settori riguardano le tecnologie petrolifere (Agip), la progettazione di strutture e sistemi incluso lo sviluppo di nuove soluzioni per acque profonde (Tecnomare), varo di condotte (Saipem e Snam-progetti), operazioni marine di montaggio e installazione (Saipem e Micoperi).

Non altrettanto si può dire per altri settori, nei quali la presenza italiana è del tutto insufficiente.

La ricerca di base (Università, CNR) appare molto frammentaria e al limite dell'inesistenza. Le infrastrutture per prove su modelli (quali le vasche navali) sono inadeguate e inefficienti, per cui nella maggior parte dei casi si è costretti a ricorrere all'estero.

La cantieristica italiana nella sua attuale struttura non è adeguata alla costruzione di strutture marine di notevole impegno.

La presenza italiana è carente nella fornitura di gran parte delle sofisticate attrezzature meccaniche, di sistemi e componenti di cui necessita l'attività petrolifera e non, nel mare aperto.

Questi sono tutti aspetti che è necessario svilup-

pare in modo coordinato, se si vuole potenziare il ruolo dell'Italia nelle tecnologie marine del prossimo futuro. E in particolare è necessario sviluppare la ricerca di base e le infrastrutture per le varie prove tecnologiche.

Come tutte le principali nazioni Europee, l'Italia dovrebbe dotarsi di una vasca nazionale per tutte le prove su modello.

La Tecnomare ha anche fatto in questo campo una proposta di avanguardia: installazione nelle acque del Mediterraneo di una piattaforma-laboratorio denominata Marelab 1 atta a coprire le esigenze delle sperimentazioni scientifiche e tecnologiche «in campo» di cui l'industria marina ha sempre più bisogno.

Una tale infrastruttura, se realizzata, potrebbe portare in una posizione d'avanguardia la tecnologia italiana anche in questo settore.

Le ricadute dirette e indirette dello sviluppo in Italia delle tecnologie marine potranno essere molto importanti in diversi settori quali l'oceanografia, la tecnologia dei materiali compreso lo sviluppo di nuove fibre e compositi, la cantieristica, la robotica sottomarina, ecc.

È infine prevedibile anche un notevole impatto economico e sociale, con una nuova spinta all'industrializzazione nel sud d'Italia, che è un po' il baricentro geografico intorno a cui si sviluppa l'industria marina del Mediterraneo.

(G. Sebastiani, Tecnomare)

*Piattaforma a gravità in
acciaio costruita per il campo
di Maureen nel Mare del Nord
su progetto della Tecnomare*



L'evoluzione tecnologica del veicolo industriale

F. Pinolini, Iveco

In futuro, almeno per il prossimo decennio, lo sviluppo del veicolo industriale sarà sempre più condizionato dagli aspetti ben noti delle ricorrenti situazioni di crisi energetica e dalla competitività tra i costruttori per difendere e incrementare ovunque possibile le proprie quote sul mercato mondiale.

Ciò comporta per l'evoluzione del veicolo industriale e commerciale i seguenti obiettivi tecnici di carattere generale:

- miglioramento delle prestazioni in termini di capacità di trasporto e di adeguatezza alle richieste specifiche delle utenze
- riduzione dei consumi di combustibile nelle condizioni di esercizio tipiche dei diversi tipi di veicolo, agendo sul miglioramento delle caratteristiche dei motopropulsori; sulla riduzione delle resistenze al moto del veicolo di natura meccanica e aerodinamica e sulla riduzione della tara
- soddisfacimento alle norme sull'inquinamento dell'ambiente e sulla sicurezza, prevedibilmente più severe delle attuali.

Per quanto riguarda l'innovazione tecnologica relativa ai componenti principali del veicolo (gruppo motopropulsore, cabina, autotelaio) possiamo indicare alcune tendenze principali.

Per il motore non si intravedono alternative nel campo dei veicoli industriali al motore a combustione interna attuale, a ciclo diesel.

Il motore diesel dovrà però aumentare la sua potenza per unità di cilindrata, ridurre i consumi specifici, aumentare la propria affidabilità e durata nel rispetto di regolamentazioni più restrittive in materia di rumore e di emissioni allo scarico. Ciò comporterà, in particolare dal punto di vista progettuale e dell'analisi sperimentata, una più attenta analisi sistematica delle

missioni per i diversi tipi di utilizzo del motore su veicolo e la valutazione computerizzata dell'influenza dei diversi parametri che controllano il funzionamento del propulsore, in modo da individuare le condizioni di rendimento ottimali entro i limiti di emissioni allo scarico ammessi, e da predisporre quindi le regolazioni più opportune. Dal punto di vista tecnologico, dobbiamo anche indicare come passi necessari in questa direzione lo sviluppo di sistemi di iniezione ad alta pressione e prevedibilmente a controllo elettronico; lo sviluppo di sistemi di sovralimentazione e di recupero più sofisticati (turbina a geometria variabile, sistemi turbocompound, ecc.); un migliore controllo della combustione derivato da una analisi approfondita del fenomeno fisico effettuata con modelli matematici e con una sperimentazione assistita dal calcolatore, e conseguito con l'impiego di dispositivi elettronici di regolazione; lo sviluppo di soluzioni progettative e di materiali idonei a ridurre la quantità di calore trasmessa dai gas combusti al circuito di raffreddamento; l'applicazione di materiali e trattamenti superficiali atti a ridurre le perdite organiche ed in particolare quelle per attrito meccanico nell'accoppiamento canna-stantuffo; e infine l'adozione di nuovi tipi di lubrificante più stabili sul tempo e a viscosità controllata verso valori compatibilmente più bassi.

La trasmissione, ed in particolare il componente cambio di velocità, evolverà verso un progressivo aumento dell'apertura (ossia dell'intervallo tra regime massimo e regime minimo di uscita) e del numero dei rapporti di marcia disponibili, con probabile tendenza al cambio continuo. Per aumentare l'efficienza del motopropulsore

riducendo i consumi avrà importanza fondamentale l'analisi delle missioni in modo da ottimizzare l'accoppiamento tra motore e cambio. Per ridurre il rumore durante il funzionamento e aumentare la durata verranno adottate, come regola, dentature ad alto ricoprimento ed eventualmente con più coppie di denti in presa. Il calcolo di progetto verrà effettuato con modelli sofisticati di analisi strutturale capaci di valutare esattamente le correzioni da adottare per i profili dei denti in funzione dei cedimenti sotto carico degli alberi e dei supporti.

La cabina risulterà sempre più un elemento caratterizzante il veicolo agli occhi dell'utilizzatore e dovrà soddisfare a un complesso assai impegnativo di requisiti diversi e spesso difficili da conciliare tra loro: innanzitutto la forma aerodinamica, considerando anche l'integrazione della cabina con i corpi successivi e con adeguata attenzione agli effetti del vento laterale; ma anche l'abitabilità da conseguirsi mediante accurate analisi di tipo ergonomico, tenuto conto della missione base del veicolo, ed il comfort sia dal punto di vista dell'isolamento dalle vibrazioni e dal rumore, sia della climatizzazione interna che deve risultare adeguata in tutte le condizioni di impiego previste del veicolo. Restano ancora i requisiti della visibilità, estesa anche ampiamente verso il basso, per una più corretta e agevole guida del veicolo, e della sicurezza, ottenibile con l'adozione di soluzioni derivate da analisi strutturali e verifiche sperimentali molto accurate e con la scelta di materiali adeguati.

Un'importante innovazione nell'interno cabina potrà riguardare la strumentazione di bordo, che evolverà verso soluzioni integrate con funzionamento elettronico capaci ad esempio di gestire e di presentare su un monitor diversi tipi

di informazioni, quali:

- segnali di cruscotto relativi al funzionamento normale del veicolo, con l'indicazione delle condizioni di marcia consigliate perché più economiche
- segnali di allarme e relative emergenze
- check-up delle condizioni di funzionamento dei vari organi del veicolo (impianto frenante, impianto elettrico, ecc.)
- informazioni complementari tipo trip-computer, display della mappa stradale, ecc.

In un secondo tempo si potrà avere un intervento automatico del sistema elettronico di controllo per adeguare le condizioni di utilizzo del veicolo a quelle ottimali.

La cabina è il componente del veicolo più facilmente individuabile dal punto di vista della personalizzazione, per la quale quindi dovranno venire studiate con sempre maggiore cura tutte le possibili soluzioni progettative atte a offrire un servizio gradito al cliente, nel rispetto del requisito fondamentale (valido per tutti i gruppi dell'autoveicolo) dell'utilizzo di soluzioni modulari quanto più possibile.

Per l'autotelaio si prevedono soluzioni tendenti all'alleggerimento, conseguibili mediante approfondita analisi strutturale, e l'uso progressivamente crescente di materiali alternativi (acciai ad alto limite di snervamento, leghe leggere, materie plastiche e compositi).

In particolare è possibile prevedere soluzioni modulari di telai con diversa rigidità in funzione del carico massimo richiesto dalla missione del veicolo.

Contemporaneamente verrà posta una crescente attenzione alla manovrabilità del veicolo mediante adeguati modelli di simulazione capaci di definire le rigidità ottimali degli elementi

L'evoluzione tecnologica del veicolo industriale

F. Pinolini, Ircsa

del telaio e le caratteristiche più convenienti delle sospensioni.

Per quanto riguarda infine i pneumatici è prevedibile un'evoluzione verso una minore isteresi e un aumento della pressione di gonfiaggio, con l'impiego di sezioni ribassate e con rinforzi interni opportuni, in modo da diminuire le perdite per rotolamento e contribuire ulteriormente alla riduzione del consumo su strada in special modo per il trasporto pesante.

(F. Pinolini, Chief Engineer, Iveco)

*Uno studio del Design Center
Iveco per un veicolo industriale
del futuro*



Torino 1990: 10 anni ai 100 dell'automobile italiana

M. Traversi, Fiat Auto

L'automobile, di cui si parlava fino a poco tempo fa come di un prodotto tecnologicamente «maturo» e senza grandi prospettive di evoluzione, è al centro di una serie di innovazioni di vasta portata. Come andrà a finire? Un esperto prova a descrivere lo scenario «fine secolo», collocandosi nel 1990 e descrivendo nelle loro applicazioni una serie di innovazioni oggi allo stato nascente.

Anche se le prime «carrozze automobili» uscirono dalle officine di Corso Dante della Fabbrica Italiana Automobili Torino qualche anno prima del fatidico 1900, una piccola approssimazione a favore dei numeri tondi, è quanto basta per poter dire che solo alla fine di questa ultima decade del sempre più stanco e sofferto ventesimo secolo l'industria automobilistica italiana si affaccerà alla soglia del suo secondo secolo di vita.

Prevedere oggi, all'inizio degli anni novanta, cosa offrirà ai suoi acquirenti la prima nuova vettura del sempre meno mitico Duemila è forse più facile di quanto non sarebbe stato descrivere dieci anni fa, nel pieno della seconda crisi petrolifera mondiale, le vetture che ormai cominciano ad essere a tutti familiari.

Prevedere infatti che le auto avrebbero utilizzato più plastica e leghe leggere di quanto non avvenisse all'indomani della guerra del Kippur era in fondo solo un'estrapolazione, magari accelerata, di un processo già in atto. Estendere l'uso di nuovi materiali a componenti meno estranei al corpo funzionale della vettura di quanto non fossero paraurti, griglie, plance ed altri accessori esterni ed interni della carrozzeria era però una grossa incognita mai affrontata (se non globalmente in soluzioni atipiche co-

me la scocca in fiberglass della Corvette: la supersportiva della General Motors), e richiedeva soluzioni ancora ignote a specifici problemi di progettazione, e di lavorabilità, compatibilità, giuntabilità, dei materiali stessi.

Se la tecnologia spaziale aveva trovato dal nulla o quasi soluzioni a tanti differenti problemi, tutti nuovi, ed aveva potuto usare il meglio, qualunque ne fosse il costo, il rinnovamento del prodotto automobile doveva invece rispettare il preesistente, con i suoi settanta anni di evoluzione e sviluppo di conoscenza, cercando magari di recuperare soluzioni abbandonate in passato e rese di nuovo attuali dalle più recenti esigenze e disponibilità tecnologiche.

Gli anni ottanta appena conclusi hanno fornito, con il consolidarsi di un nuovo modo di concepire, progettare e produrre l'automobile, una risposta adeguata anche se talvolta non definitiva alla maggior parte di questi problemi. In un prodotto la cui evoluzione, sia pur in modo diverso da mercato a mercato, era stata nei decenni precedenti condizionata da obiettivi specifici (prima di miglioramento prestazioni, confort e sicurezza, poi di riduzione dei costi e dell'inquinamento ambientale) le crisi energetiche degli anni Settanta avevano con chiarezza individuato per tutti i mercati esigenze di rinnovamento scarsamente compatibili: ridurre drasticamente i consumi senza penalizzare prestazioni, confort, costi ed emissioni nocive all'ambiente.

La necessità di offrire al mercato soluzioni innovative meno vincolate all'esperienza progettuale ed alla capacità manifatturiera esistente ha favorito nelle industrie automobilistiche occidentali la scelta, per altro obbligata, di un confronto di efficienza produttiva con l'industria giapponese che, grazie al suo rapidissimo svi-

luppo, concentrato dal 1960 al 1980, beneficiava già di un'impostazione tecnologica molto avanzata.

Nelle condizioni di massima competitività per la difesa o conquista dei mercati automobilistici, accentuate all'inizio degli anni ottanta da una recessione durata ben oltre le iniziali ottimistiche previsioni, tutti i costruttori hanno dato fondo alle risorse che la tecnologia offriva loro, le stesse in fondo che, a costi ben più alti, avevano consentito agli americani di giungere in un solo decennio alla conquista della luna.

In effetti molti concetti sviluppati in funzione della tecnologia spaziale sono stati trasferiti ed applicati con presupposti ben diversi, nell'operatività corrente dell'industria automobilistica. Caratterizzazione ed uso di nuovi materiali, capacità di modellazione e simulazione sia degli aspetti di sistema sia delle prestazioni di singoli componenti, integrazione di funzioni diverse, ottimizzazione di aspetti di peso, consumo, abitabilità, sicurezza possono concettualmente essere riferiti alle capsule Gemini ed Apollo degli anni Sessanta come alle vetture concepite nel corso degli anni ottanta.

Per le prime avevano priorità assoluta affidabilità e prestazioni, per le seconde, sia pure con il beneficio di un ventennio di maggior maturità tecnologica, ai compromessi necessari su quegli aspetti si è sovrapposta l'esigenza di continuare ad avere un prodotto accettabile per i gusti e le disponibilità di spesa dell'utente normale.

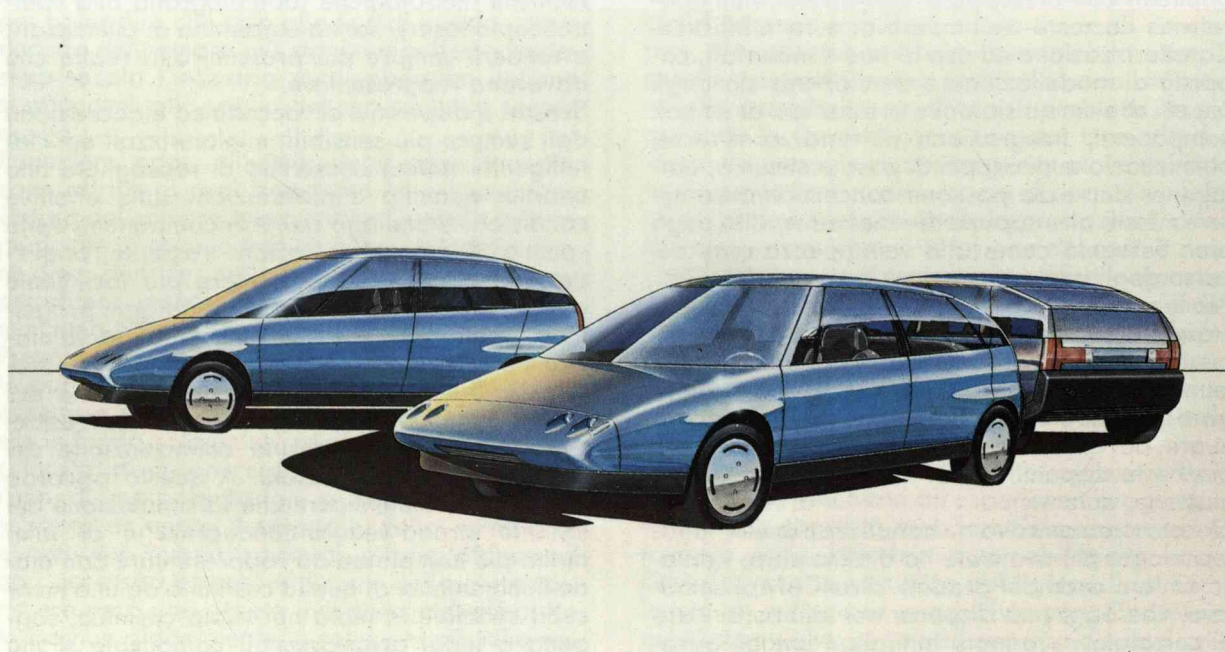
Questa progressiva «banalizzazione» delle tecnologie più avanzate ha d'altra parte pervaso l'intero arco dei prodotti diretti al consumatore, che oggi può disporre nel salotto di casa di calcolatori «formato famiglia» che gli offro-

no in esclusiva prestazioni ben superiori a quelli delle costosissime ed enormi macchine utilizzate negli anni Sessanta dalle industrie fornitrici del programma Apollo.

Nel corso degli anni ottanta è così divenuta routine l'utilizzo di stazioni di progettazione interattive per la modellazione e simulazione delle possibili soluzioni progettative dei vari organi o componenti del veicolo, delle strutture della scocca o del motore, dei processi di combustione (nelle varie configurazioni di camere di scoppio), delle sospensioni, trasmissioni, impianti di climatizzazione, ecc. I corrispondenti modelli matematici sono stati verificati mediante prove sistematiche che, grazie alle più avanzate tecniche metrologiche (dall'olografia alla spettroscopia laser), hanno consentito di ottimizzarli e renderli sempre più prossimi alla realtà che dovevano rappresentare.

Sensori e dispositivi di raccolta ed elaborazione dati sempre più sensibili, miniaturizzati ed «intelligenti» hanno consentito di raccogliere una enorme quantità d'informazioni sulle effettive condizioni d'impiego dei vari componenti della vettura. Queste informazioni trasferite, analizzate ed organizzate in sempre più facilmente accessibili banche dati, offrono ad ogni progettista gli elementi utili per un'immediata valutazione di nuove soluzioni progettative. Ne consegue l'enorme vantaggio di una riduzione dei costi e tempi di sperimentazione e dei residui rischi d'imprevisto ed una ottimizzazione del rapporto costo-prestazioni. A questo riguardo non si deve dimenticare che la simulazione del sistema strada-vettura-conduttore è di fatto molto più complesso da rappresentare con modelli matematici di quello costituito da una navicella spaziale in moto nel vuoto cosmico, soggetta a leggi gravitazionali complicate sì ma

Un cruscotto avanzato della
Veglia Borletti; design di
R. Bonetto; un'auto del domani
vista dal Centro Stile Fiat



fisse e definite e guidata esclusivamente da ingegneri-scienziati-astronauti con anni di addestramento e allenamento.

Una valutazione anche superficiale dell'eterogeneità di caratteristiche di fondo stradale, condizioni ambientali, tipo di manovre, stile di guida consente di apprezzare nella loro effettiva dimensione le difficoltà che l'industria automobilistica ha dovuto superare per sviluppare non già «video giochi casalinghi» ma efficaci strumenti di calcolo e simulazione in grado di aiutare effettivamente i progettisti attraverso una adeguata integrazione con il contributo dei decenni di esperienza accumulati da collaudatori e sperimentatori.

Se tutto questo offre ormai all'utente la possibilità di ottenere come risultati delle scelte progettative solo ciò che effettivamente contribuisce all'ottenimento dei risultati desiderati in termini di confort, sicurezza, durata, consumi e prestazioni, a livello produttivo le stesse tecnologie di base hanno contribuito all'evoluzione dei mezzi di produzione mediante l'impiego progressivo di tecniche di intelligenza artificiale, in associazione alle nuove generazioni di robot sempre più sofisticati e sensorizzati che si sono aggiunte alle prime che avevano automatizzato le linee di verniciatura e saldatura negli impianti degli anni settanta.

Anche nel campo delle lavorazioni meccaniche lo sviluppo e la diffusione di trasferte flessibili e di sistemi versatili di lavorazione associati alla gestione automatica ottimizzata di sistemi di macchine a controllo numerico distribuito, in fase di integrazione con il processo di progettazione automatica (sistemi CAD/CAM), hanno reso il sistema produttivo sempre più rispondente alle esigenze di versatilità ed adattabilità im-

poste dall'evoluzione del prodotto.

Un altro fattore che ha favorito la crescente robotizzazione delle linee di produzione è rappresentato dalla progressiva introduzione di nuove tecniche di lavorazione (saldatura ad arco e ad attrito, laser di potenza, plasma, fascio elettronico) nelle operazioni di giunzione, taglio, alligazione, trattamenti superficiali.

La legge spietata della competitività ha ormai dimostrato che la sopravvivenza delle industrie automobilistiche è legata alla capacità, da parte delle industrie produttrici, di trasferire al cliente in termini di ottimizzazione del rapporto qualità-costi del prodotto i benefici di efficienza che le tecnologie avanzate offrono ad esse. Il processo produttivo risulta quindi notevolmente modificato nei suoi aspetti operativi: la macchina che aveva inizialmente sostituito l'uomo per l'entità o la molteplicità degli sforzi ed interventi necessari è prima subentrata all'uomo nelle attività più gravose o pericolose e, successivamente, nell'arco della decade ora trascorsa, anche in quelle più ripetitive o routinarie dove l'uomo era utilizzato per eseguire semplici operazioni di prelievo, caricamento, montaggio di pezzi.

La capacità delle macchine di riconoscere rapidamente forme, immagini, oggetti, difettosità di lavorazione consentirà sempre più di distribuire nel processo produttivo molte delle funzioni elementari un tempo svolte dal collaudo a fine linea con il doppio vantaggio di poter intervenire, spesso in tempo reale, sull'origine del difetto, stabilizzando la qualità «grezza» del prodotto e ciò ha già permesso di ottenere in tempo reale dal sistema produttivo informazioni sul suo funzionamento o le disfunzioni relative, insieme ad indicazioni sulla qualità del prodotto

e gli interventi da effettuare per il mantenimento del livello di efficienza e qualità ottimali.

D'altra parte la superiore capacità di memoria dei sistemi informativi ha permesso di accumulare e correlare, ove conveniente, i dati di collaudo dei singoli sottoinsiemi di vettura in modo da consentire sia una visione globale della qualità della produzione sia, per gli aspetti rilevanti, l'individuazione delle caratteristiche del prodotto nuovo. Questo oltre a garantire la rispondenza al livello di qualità richiesta può fornire inoltre un utile riferimento iniziale con il quale confrontare le prestazioni della vettura e guidare gli interventi di manutenzione nell'arco della sua vita.

Un altro aspetto che ha caratterizzato l'evoluzione progettuale e produttiva delle vetture negli ultimi anni è rappresentato dallo sforzo di individuare sottosistemi del veicolo che, come già da tempo il motore, potessero essere preassemblati e collaudati fuori linea o, se del caso, fuori fabbrica.

Iniziando con il premontaggio delle sospensioni anteriori insieme al motore nelle trazioni anteriori, si è passati via via al complesso frontale completo dei gruppi ottici e di segnalazione acustiche, ai pannelli porte completi di cristalli e finizioni, alla plancia completa di riscaldamento e supporto di piantone guida, all'inserimento della guida e impianto di raffreddamento nel complesso motore-sospensione anteriore.

Queste soluzioni, se da un lato, attraverso una maggiore razionalizzazione del processo produttivo, hanno consentito anche di ridurre i tempi e quindi i costi di produzione aprendo la strada all'automazione dei montaggi, dall'altro hanno permesso di garantire un più alto stan-

dard di qualità nel prodotto grazie alla verifica dei livelli di qualità intermedi che, mediante sofisticati strumenti di controllo, consentono di effettuare e garantire gli interventi correttivi prima dell'assemblaggio finale.

Questa rapida e tutto sommato superficiale panoramica ha sinora trattato solo taluni aspetti di innovazione tecnologica che hanno toccato le aziende automobilistiche nei mezzi di progettazione, sperimentazione e produzione.

Altri aspetti molto importanti più legati al prodotto quale giunge oggi nelle mani del cliente, sono quelli dei materiali e dei componenti prodotti all'esterno della fabbrica di assemblaggio finale.

Anche nel campo dei materiali vi è stato un trasferimento estensivo al prodotto automobile di soluzioni nate per applicazioni aeronautiche o addirittura aerospaziali. Esse variano dall'impiego di acciai ad alta resistenza nelle strutture soggette a sforzi rilevanti, ad un impiego più ampio di alluminio e sue leghe per pannelli di carrozzeria, teste e basamenti motori ed altri componenti meccanici. L'impiego della plastica inizialmente confinato a paraurti, code, frontali o interni vettura, dopo aver progressivamente influenzato certi aspetti stilistici dell'esterno vettura, ha progressivamente sostituito in tutto o in parte le lamiere metalliche nella realizzazione di cofani, portiere, portelloni ed altri tipi di pannelli, condizionando a volte, grazie alle possibilità offerte dalle differenti tecnologie, le stesse scelte progettative.

Questo tipo di innovazione, che ha richiesto la soluzione di nuovi problemi di fissaggio, incollaggio, verniciatura, ha comportato sia vantaggi in termini di peso, di resistenza alla corrosione e di riduzione dei livelli di rumorosità e vi-

brazioni, sia significativi cambiamenti nella logistica produttiva dei fornitori interni o esterni agli stabilimenti terminali di montaggio.

L'ottimizzazione sistematica dei componenti ausiliari ha inoltre comportato un coinvolgimento dell'indotto componentistico anche per certi aspetti progettativi quali climatizzazione, raffreddamento motore, ausiliari elettrici.

Anche per l'elettronica, con l'estendersi del numero di funzioni controllate, si è manifestata la necessità di procedere ad una integrazione ed ottimizzazione costruttiva delle centraline stesse con una sempre crescente integrazione con i fornitori di sensori, attuatori e degli stessi circuiti integrati ad alta ed altissima complessità e delle relative interfacce.

L'evoluzione tecnologica più recente dell'automobile è stata dunque anche il risultato di conoscenze di vario genere sviluppate in altri settori industriali ed applicate con successo alla soluzione dei nuovi problemi ed al soddisfacimento delle nuove esigenze del mercato veicolistico caratterizzato dalle sue particolari esigenze di volumi, costi e affidabilità. L'aspetto peraltro più interessante per l'utente è però il modo con cui l'innovazione tecnologica ha influito sui parametri di giudizio che da sempre hanno influito sul successo di nuovi modelli: stile, confort, sicurezza, qualità, affidabilità, durata, guidabilità, consumi e prestazioni delle vetture.

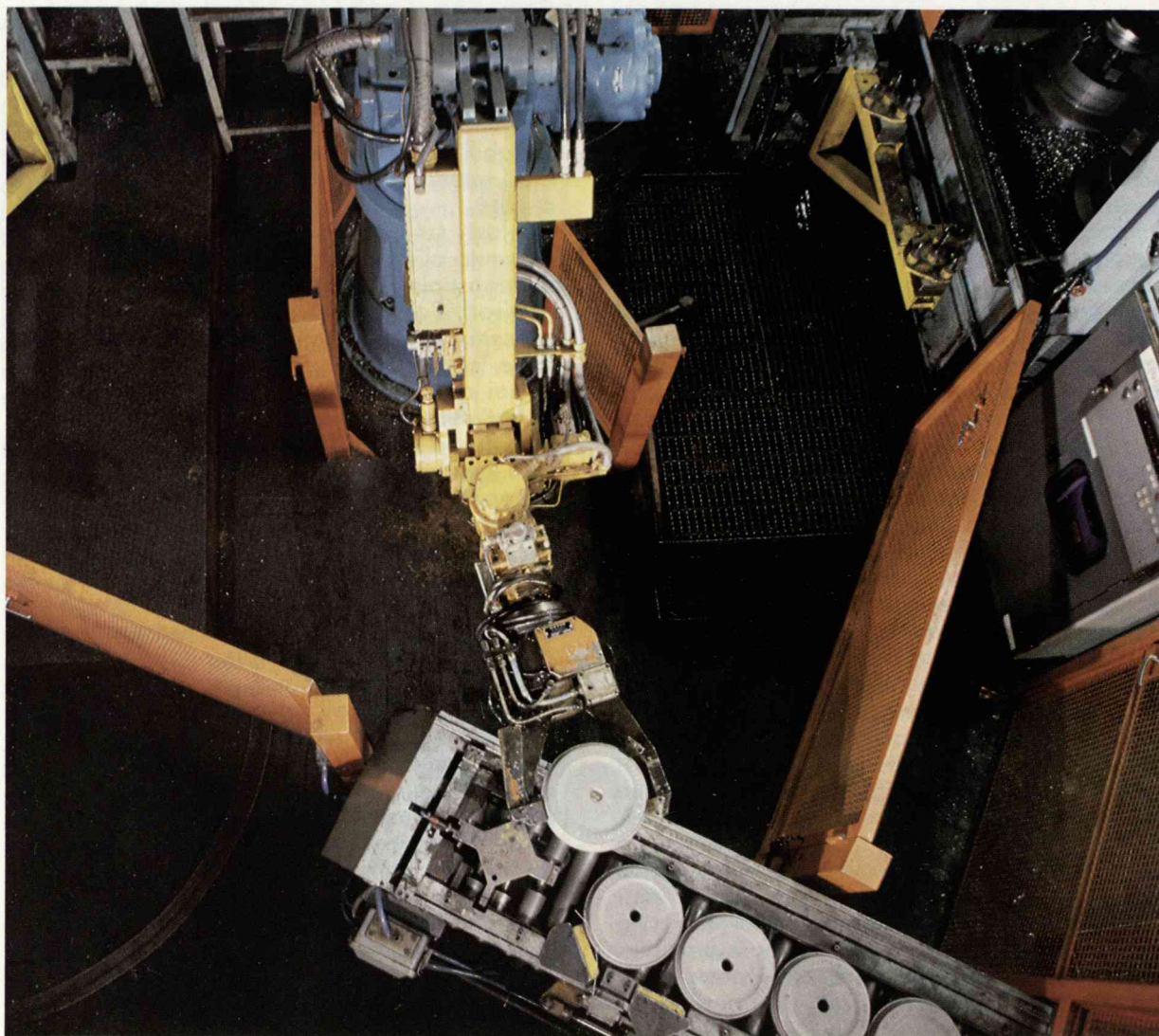
Di ogni nuovo modello lo stile è il primo aspetto che il potenziale utente riesce a giudicare, è cioè il biglietto da visita con il quale ogni vettura si presenta al suo pubblico. Se questa realtà non è stata cambiata dalla tecnologia, cambiato è invece il ruolo che lo stile ha giocato nella progettazione delle nuove vetture a partire dagli anni settanta.

Nato negli anni trenta con l'intento di rendere più «aerodinamico» l'aspetto dell'esterno vettura, lo stile moderno aveva in qualche modo subito l'influenza dell'evoluzione delle vetture da competizione penalizzando a volte gli aspetti di abitabilità e confort che erano stati invece prioritari quando l'automobile era solo un prodotto di élite.

L'enfasi sull'ottimizzazione dell'abitabilità in rapporto alle dimensioni esterne, già insita nella capostipite 127 e rafforzata via via nelle varie Golf, Polo, Fiesta, Ritmo, tutte derivate dai concetti espressi per la prima volta nella 127, ebbe la sua definitiva consacrazione dal 1980 in poi con la Panda prima e con la Uno poi. Quest'ultima vettura, ad esempio, ha caratterizzato per la marca FIAT la transizione verso l'ultima generazione di vetture nelle quali ad un ulteriore miglioramento del rapporto abitabilità-ingombri, basato su concetti avanzati di ergonomia oltre che sui consueti aspetti dimensionali, è stato associato un effettivo salto di qualità in termini di penetrazione aerodinamica. Nel prosieguo degli anni ottanta il processo di progettazione della forma delle nuove vetture si è consolidato nella definizione, in funzione del segmento di mercato al quale era destinato, di un abitacolo ottimale rivestito in modo da ottenere forme base con minima resistenza aerodinamica sulle quali stile, soluzioni progettative di scocca e di meccanica e scelte di materiali innovativi potevano operare per ottenere il più appropriato mix di consumi e prestazioni globali.

L'approccio ingegneristico oltretutto estetico allo studio dell'aerodinamica da tutti adottato in modo sistematico a partire dalla fine degli anni settanta ha portato a notevoli risultati non solo in termini di riduzione dei consumi a media-alta

*Un robot manipolatore negli
stabilimenti Fiat*



velocità, con l'adozione di sofisticati sistemi a geometria variabile, ma anche ad un miglioramento del confort in tali condizioni conseguente al drastico abbattimento del rumore aerodinamico.

L'utilizzo di efficaci modelli di comportamento strutturale e vibrazionale di scocche, pannelli e componenti meccanici ha permesso di ottimizzare questi elementi del veicolo sia sotto gli aspetti peso-durata-sicurezza (migliorando opportunamente la resistenza a fatica e ad urto nei punti critici della struttura al fine di assicurare anche una collassabilità controllata in grado di limitare le accelerazioni sugli occupanti in caso di incidenti), sia in relazione agli effetti delle sorgenti di rumore e vibrazioni e dei relativi modi di trasmissione.

Se quindi gli studi sull'aerodinamica esterna hanno contribuito insieme ai materiali innovativi a migliorare gli aspetti di confort legati al rumore, anche l'aerodinamica interna, un tempo abbastanza trascurata, ha fatto notevoli progressi, consentendo di migliorare l'efficacia degli impianti di climatizzazione (oltreché di raffreddamento motore). Anche i controlli elettronici hanno fornito significativi contributi a sviluppare e diffondere nuovi concetti di confort, dai sistemi automatici di climatizzazione, sbrinamento, al controllo delle luci e dei fari, alla regolazione dei sedili, delle sospensioni e dell'assetto vettura. Per gli aspetti misti di confort e sicurezza sistemi misti idraulici ed elettronici hanno consentito di realizzare soluzioni innovative nel campo delle guide assistite e degli impianti frenanti antisilittamento rendendo così queste caratteristiche accessibili anche nei segmenti medi e migliorandone ulteriormente le caratteristiche di maneggevolezza e tenuta di stra-

da pur a fronte di una significativa riduzione di peso.

Per quest'ultimo aspetto va sottolineato come l'innovazione nei materiali che, forse più di ogni altro aspetto ha influito in termini economici-industriali sull'evoluzione dell'automobile, è stata motivata e accelerata dagli anni settanta in poi, dall'esigenza di ottenere la massima riduzione di consumi compatibile con una serie di vincoli di mercato spesso tutt'altro che evidenti. A tale esigenza l'industria automobilistica ha risposto con una progressione di interventi la cui tempistica è stata determinata dai tempi tecnici con i quali si sono potuti trasferire in produzione i vari studi innovativi.

Sono stati così realizzati interventi migliorativi parziali di peso, aerodinamica e consumi specifici motoristici sui modelli esistenti, poi interventi più drastici relativi a peso, aerodinamica e controlli elettronici di prima generazione nei nuovi modelli e, finalmente, a partire dalla seconda metà degli anni ottanta innovazioni sostanziali su motori, cambi e controlli elettronici di seconda generazione.

Verso la fine degli anni ottanta si è accentuata la sostituzione dei diesel veloci ad iniezione in precamera con i più efficienti diesel ad iniezione diretta nella camera di combustione, specialmente per le versioni sovralimentate. Questa evoluzione ha comportato un notevole sforzo tecnologico da parte dell'industria componentistica per la maggiore complessità dei sistemi di iniezione ad alta pressione.

La progressiva affermazione dei cambi continui, grazie anche alla maggior gradevolezza di guida che essi offrono rispetto ai cambi automatici convenzionali, ha fornito un notevole contributo alla riduzione dei consumi, poiché

meglio di ogni altra soluzione, i cambi a variazione continua del rapporto di trasmissione consentono di mantenere il motore nelle condizioni ottimali di funzionamento qualunque sia lo stile di guida dell'utente. È superfluo a questo proposito far rilevare come il controllo integrato delle funzioni accensione-alimentazione motore e rapporto di trasmissione del cambio continuo abbia consentito un completo sfruttamento del potenziale offerto dai controlli elettronici applicati al complesso motopropulsore.

Un altro contributo essenziale è stato fornito dai controlli elettronici della detonazione alla realizzazione dei motori ad alto rapporto di compressione di recente introduzione, a fronte delle possibili variazioni di qualità (potere antidetonante) dei combustibili.

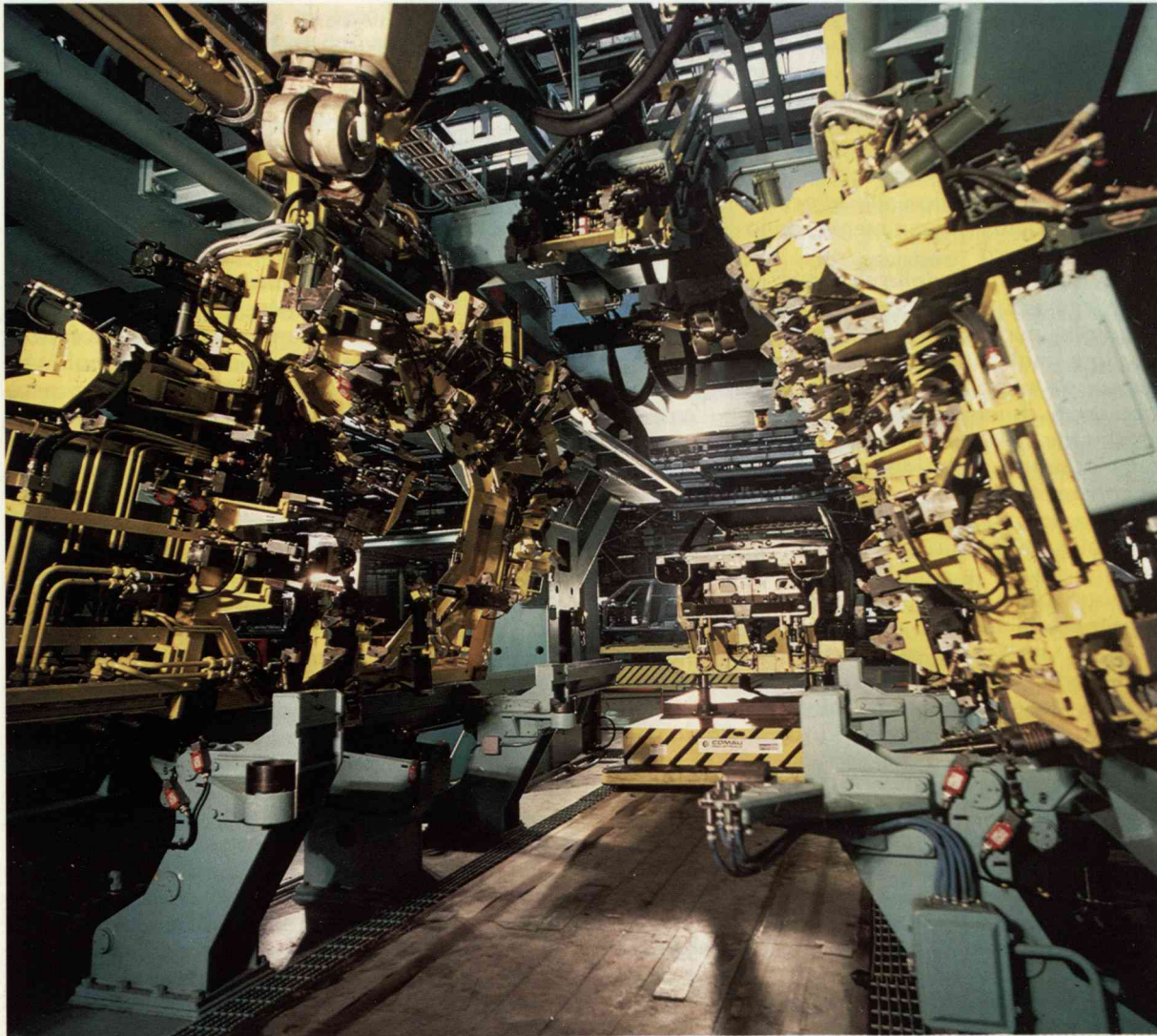
Questi controlli, tuttora in fase di evoluzione, consentono inoltre, grazie alle loro caratteristiche di «adattività», di adeguare le caratteristiche di regolazione del motore alle differenze esistenti da esemplare ad esemplare ed al variare delle rispettive caratteristiche con il progressivo invecchiamento, migliorandone così l'efficienza e prolungandone conseguentemente la vita.

Tutte queste innovazioni nell'arco di un decennio scarso hanno comportato indubbiamente per l'industria automobilistica un notevolissimo sforzo di rinnovamento del prodotto. Se l'industria italiana ha fatto quanto le sue disponibilità di conoscenze e risorse le consentivano, lo Stato italiano in questo campo si è purtroppo mosso ancora una volta con incertezza e ritardi rispetto alle altre nazioni. Mentre infatti già nella seconda metà degli anni settanta diversi governi europei, riconoscendo l'impatto economico ed industriale dei consumi energetici nel settore

dei trasporti, avevano preso l'iniziativa di proporre alle industrie nazionali programmi di ricerca finanziati dallo Stato e volti ad individuare ed anticipare le future soluzioni tecnologiche al problema della riduzione dei consumi automobilistici, in Italia programmi similari sono stati avviati, dopo lunga e faticosa gestazione, solo all'inizio degli anni ottanta, nell'ambito dei Progetti Finalizzati patrocinati dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR).

Le difficoltà di gestione operativa da parte del CNR di programmi pluriennali, derivanti dai vincoli dell'iter ministeriale di approvazione del budget di spesa annuale, adeguati forse alla gestione delle attività di ricerca di base da parte dei vari Laboratori Nazionali ma non certo alle esigenze di innovazione tecnologica dell'industria automobilistica degli anni ottanta, unite alle difficoltà economiche e finanziarie legate al periodo recessivo seguito alla crisi del 1979, hanno poi reso ancora più faticoso l'avvio del Progetto Finalizzato Trasporti anche dopo la definizione ed approvazione dei suoi contenuti. Fortunatamente superate le incertezze ed esitazioni iniziali, il programma ha avuto i mezzi per procedere verso il conseguimento di rilevanti obiettivi di innovazione tecnologica, il più rappresentativo dei quali è, per il trasporto privato, la vettura di ricerca CNR a bassissimi consumi. Il relativo prototipo sperimentale, attraverso un uso più estensivo delle soluzioni tecnologiche già apparse su alcune vetture di produzione nel corso degli anni ottanta, ha dimostrato la possibilità di ottenere anche nel segmento più basso, ulteriori e significative riduzioni di consumi senza ridurre il livello di prestazioni e migliorando invece quello di confort, grazie anche ad accorgimenti innovativi, un tempo riservati a vetture di classe superiore, quali il livellamento dell'as-

*Il sistema di montaggio
robotizzato «robogate»
elaborato dal Gruppo Fiat*



setto per conseguire un'ottimizzazione dell'aerodinamica in tutte le condizioni di carico.

Un altro aspetto nel quale l'industria italiana ha fatto essenziali progressi per garantire una competitività del prodotto a livello internazionale è rappresentato dal coordinamento dell'innovazione tecnologica nel settore della componentistica auto (specialmente della piccola e media industria).

Anche qui, a fronte dello sforzo di razionalizzazione che era già in corso a livello europeo e mondiale, pur partendo in ritardo e da una situazione molto più parcellizzata, con risorse finanziarie singolarmente inadeguate a gestire i fabbisogni di innovazione tecnologica, l'azione coordinata del Ministero dell'Industria, dei produttori finali e delle industrie componentistiche ha consentito di attuare un programma completo e coerente, a partire dalle attività di sviluppo sino alle eventuali successive industrializzazioni.

Grazie all'individuazione chiara dei fabbisogni prioritari all'interno di aree specifiche (sistemi della vettura) ed attraverso l'incentivazione fiscale oltre che finanziaria delle iniziative consortili e delle forme di collaborazione tra imprese, anche per gli aspetti di progettazione e sviluppo, esso ha permesso di aumentare la competitività del prodotto italiano, promuovendo e premiando il risultato complessivo dell'export italiano e riducendo la dipendenza italiana da monopoli o sudditanze tecnologiche estere.

Un aspetto particolarmente delicato che si è dovuto affrontare e risolvere è stato quello del coinvolgimento in attività di progettazione delle aziende fornitrici pur salvaguardando la necessità del progettista di sistema di poter adegua-

tamente specificare le caratteristiche di tutti i componenti rilevanti ai fini del comportamento globale di una vettura.

Tutte queste azioni, per la lentezza della fase di avvio aggravata dalla incerta situazione politica e dalle difficoltà economiche conseguenti alla lunga recessione mondiale, sarebbero state insufficienti e forse inutili se l'industria italiana non avesse provveduto tempestivamente ad avviare per proprio conto il necessario processo di rinnovamento, sia affrontando in proprio i costi dell'innovazione tecnologica indispensabile, sia cercando e trovando le possibili forme di collaborazione internazionali e nazionali che potevano consentire di ottenere maggiori economie di scala nel prodotto o una ripartizione dei costi di ricerca più a lungo termine.

Questo sforzo costante, in alcuni casi anche sofferto e contrastato, ha permesso al « sistema Italia » di rispondere alla sfida degli anni ottanta anche per il settore automobilistico ed il suo indotto con un successo largamente superiore a quello che si poteva sperare ancora nel 1983. Per l'indotto automobilistico si è ormai quasi completato un processo di razionalizzazione e riconversione che ha, ad esempio, consentito alle migliori imprese, prima operanti nel solo mercato dei ricambi, di adeguarsi a fornire anche il mercato di primo montaggio sia interno che internazionale.

Questo salto di qualità che ha permesso un'indispensabile miglioramento globale della competitività dell'industria italiana non sarebbe stato possibile senza una politica economica industriale ed economica dello Stato più attenta alle esigenze del sistema produttivo e al suo processo di adattamento alle condizioni di competitività internazionale.

Analogamente lo sforzo inizialmente autonomo

delle maggiori industrie nazionali non sarebbe stato sufficiente per compiere il necessario salto di qualità tecnologica se il supporto finanziario e legislativo (in sede nazionale e comunitaria) da parte dello Stato fosse rimasto assente e contraddittorio come negli anni attorno al 1980.

Indubbiamente, all'inizio degli anni novanta, si può ormai affermare che i maggiori cambiamenti richiesti nell'automobile dalla crisi energetica sono già presenti, in forma magari non definitiva, nelle vetture di più recente o prossima introduzione sul mercato. Ulteriori cambiamenti sono ancora possibili a livello di singoli componenti e quindi poco visibili all'utente: evoluzione e maturazione dei diesel ad iniezione diretta, ulteriore sofisticazione dei sistemi di sovralimentazione, introduzione di motori realizzati con opportuno impiego nelle parti calde di materiali ceramici (ottenendo così una ridotta trasmissione all'esterno del calore di combustione), più estesa sostituzione del cablaggio elettrico con collegamenti in fibra ottica, maggior disponibilità di sensori ed attuatori a basso costo con elettronica integrale. L'aspetto forse più significativo per l'utente sarà presumibilmente costituito dalle conseguenze della maturazione conclusiva della tecnologia microelettronica basata sull'impiego del silicio come materiale di supporto. Avendo ormai raggiunto i suoi limiti tecnologici di massima integrazione, l'industria microelettronica del silicio si è ormai consolidata nello sfruttamento ottimale delle sue capacità produttive con estensione diffusa a livello utente delle metodologie di progettazione ed una capillare infrastruttura atta a soddisfare, con tempestività concorrenziale, qualsiasi esigenza produttiva, dai prototipi ai volumi delle grandi serie.

Nel settore dei trasporti, il successo delle prime applicazioni di sistemi distribuiti ed ottimizzabili in tempo reale per il controllo del traffico (ed in questo Torino è stata ancora una volta all'avanguardia) fa prevedere una loro sempre maggiore diffusione nei centri urbani ed offre sempre più ragionevoli prospettive per una diretta interazione con quei sistemi informativi a bordo vettura che in modo sempre più esteso contribuiscono oggi ad assistere i guidatori nei meandri del traffico.

Le prospettive ormai vicine di una estesa disponibilità di sistemi di anticollisione, con coinvolgimento di automatismi operativi in dispositivi critici per la sicurezza come l'impianto frenante, aprono un nuovo campo di applicazione alle possibilità di interazione tra veicoli ed impianti semaforici e, più in generale, segnaletica stradale (limiti, precedenza e divieti).

La disponibilità di una tecnologia elettronica ormai consolidata, non più condannata quindi all'obsolescenza nel volgere di pochi anni ma con capacità di controllo praticamente illimitate a fronte degli effettivi fabbisogni sia come complessità funzionale, sia come livelli di potenza, offre ormai concrete possibilità per una sua sempre più estesa utilizzazione, nelle vetture come nelle strade, da parte dei sistemi di trasporto degli anni a venire.

Anche in questo caso sarà necessario che l'industria italiana si assicuri al più presto l'indispensabile autonomia tecnologica, per non restare soffocata dalle esigenze di importazione dall'estero di prodotti e conoscenze che acquistano col passare del tempo un peso economico e strategico sempre più rilevante.

(M. Traversi, Direttore Fiat Auto)

Ripensando la città futura

P. Portoghesi

La «condizione post-moderna», l'obsolescenza e il conseguente abbandono dei grandi sistemi interpretativi, ha messo in crisi anche la più fragile delle costruzioni prodotte dal culto del progresso: quella del pensiero profetico.

Caduta la meccanica identificazione tra sviluppo tecnologico e progresso umano, caduta l'illusione che la natura fosse un capitale infinito da cui prelevare con spensieratezza risorse ed energia, questi principi di legittimazione del futuro possibile, che per più di un secolo avevano informato il pensiero profetico, hanno perso ogni efficacia, ogni forza persuasiva, e chi si rivolge in modo interrogativo verso il futuro non ha più nessun modello da applicare meccanicamente.

È interessante, in questa nuova condizione, rivisitare le tappe della ricerca utopica e verificare come, quasi sempre, essa abbia postulato come punto di partenza la palingenesi.

Le città del futuro, immaginate da architetti e pensatori sono quasi sempre città nuove in cui nessun elemento segna una continuità con il passato, nessun riferimento permette di confrontare il domani con l'oggi.

Una delle poche eccezioni è William Morris che in «News from Nowhere» dipinge la Londra del 1982 ritrovando in filigrana le tracce della città ottocentesca in cui egli aveva vissuto.

Proprio per questa eccezionale caratteristica la città futura di Morris è privilegiata in questa mostra. Per fallite che siano le previsioni avanzate da Morris, ciò che dà spessore e attualità all'utopia di «Nowhere» è il senso della continuità e della storia, il riconoscimento che le cose, le cose prodotte dall'uomo, restano, come testimoni, oltre il limite fuggevole dell'esistenza, ad assicurare un legame prezioso e continuo.

La palingenesi non ha bisogno, anzi soffre, del-

la testimonianza delle cose; essa è possibile nella misura in cui le cose vengono azzerate e le idee diventano protagoniste incontrastate nella operazione profetica.

Se la palingenesi però viene rimossa le cose tornano a galla, riprendono consistenza e riprendono il loro ruolo di strumenti di comunicazione tra uomini di epoche diverse, che non si sono mai conosciuti tra loro.

Pensare alla città futura o alla casa futura in un momento storico come quello attuale, in cui la parola d'ordine è la conservazione e la rivalutazione dell'esistente, non può più essere in nessun modo un'evasiva scorribanda al di là della palingenesi.

Se questo obiettivo poteva considerarsi dietro l'angolo fino ai «favolosi» anni sessanta, esso si è ormai tanto allontanato, da apparire persino privo di connotazioni fantastiche.

Persino il mondo della Fantascienza si sta accorgendo che l'aspetto più sorprendente del futuro tecnologico è la coesistenza tra il nostro mondo, così com'è o di poco modificato, e le meraviglie della tecnologia «soffice», le conquiste della telematica e della robotica.

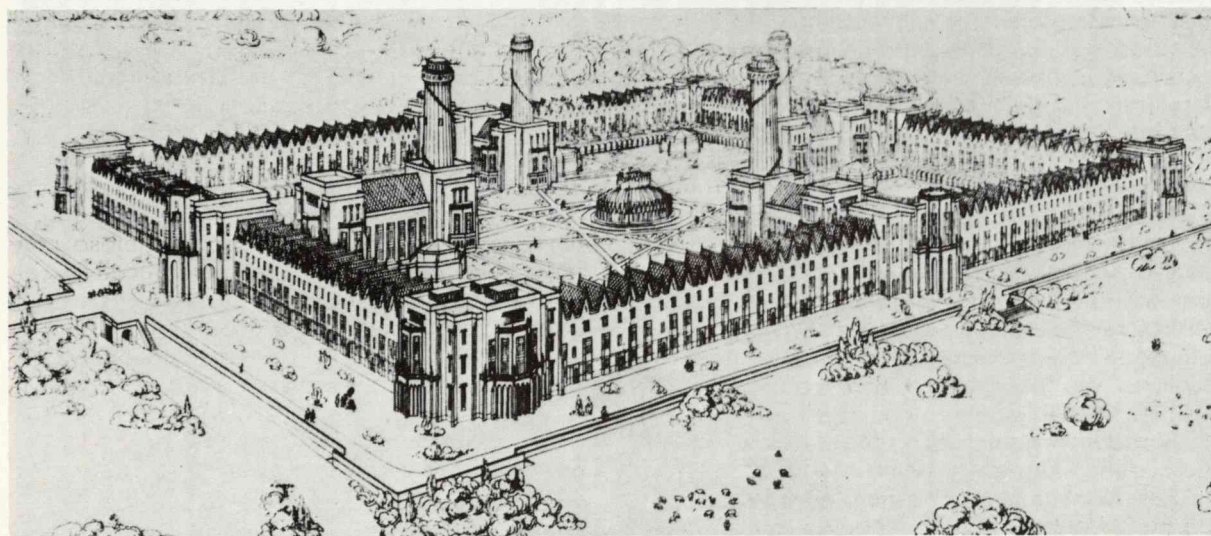
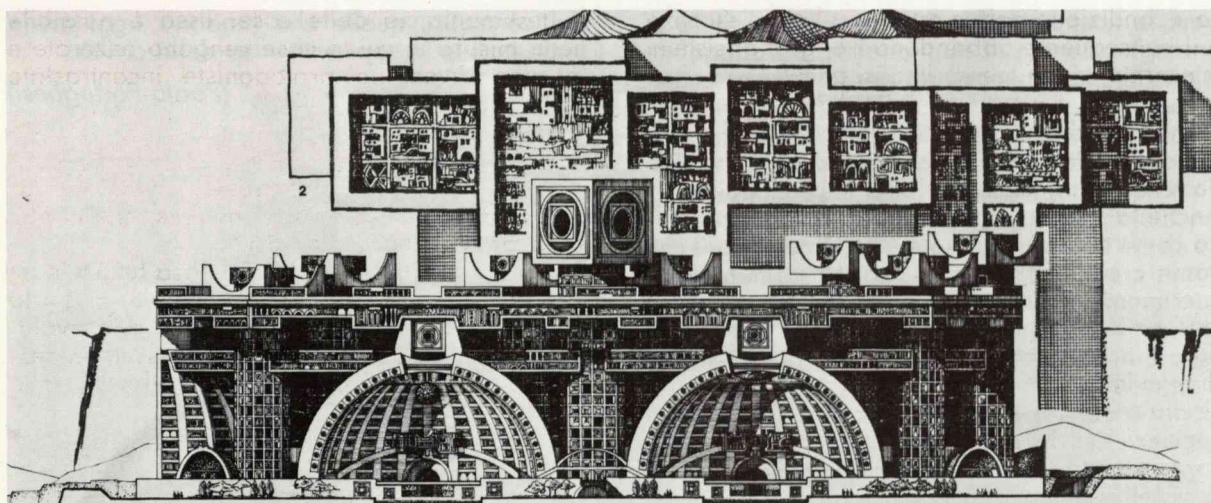
Certo il compito più serio e più aperto verso il futuro che la nostra cultura urbana si è dato è oggi la riprogettazione della città esistente, la sua trasformazione controllata, la gelosa conservazione di tutto ciò che è significativo nell'universo delle cose.

Questa prospettiva non è a breve termine, potrebbe impegnare la fantasia e la tensione progettuale per più di un secolo.

Questa fase di riorganizzazione, di catalogazione, di rivitalizzazione, può assorbire più forze creative di quante sarebbero necessarie per programmare un mondo interamente nuovo.

Solo per riconquistare alla dignità dei valori ur-

*Arcosanti, la città ideale
secondo P. Soleri; (sotto) la
comunità ideale secondo
R. Owen (1832)*



bani le nostre periferie occorre un capitale di immaginazione e di studi analitici paragonabile a quello che fu necessario per la conquista della Luna.

È una specie di riconquista della Terra che ci si impone, fatta non a spese del «costruito», dell'ambiente artificiale divenuto impraticabile.

Anche la casa futura va ripensata in questa ottica come trasformazione e adattamento, più che come creazione di nuovi modelli abitativi non sperimentati, plasmata su disponibilità tecniche che probabilmente saranno sempre più legate ad apparecchi leggeri dotati di un alto grado di adattabilità.

Certo la casa avrà bisogno di altri spazi, spazi specifici per le apparecchiature che consentiranno un rapporto con il mondo esterno, di una variabilità e intensità comunicativa senza precedenti.

È facile capire che occorrerà un supplemento di spazi contemplativi per consentire una ricezione dei messaggi non disturbata da interferenze.

La enfattizzazione dei mezzi di registrazione e di reificazione della memoria renderanno forse possibile una riproposizione del «larario familiare», di una nicchia del ricordo dalle inquietanti capacità evocative.

Alla progressiva riduzione dei privilegi dovrà corrispondere una riorganizzazione dello spazio abitativo in cui ordine e pulizia siano frutto non del lavoro subordinato degli uomini, ma della macchina programmata e di una nuova cultura dell'uso dello spazio.

Ma tutto ciò potrà facilmente convivere con molti aspetti della cultura che alla storia lineare del modello organicista ha sostituito la molteplicità delle «storie».

È necessario rimuovere anche il pensiero profetico, applicando ad esso le teorie del limite e

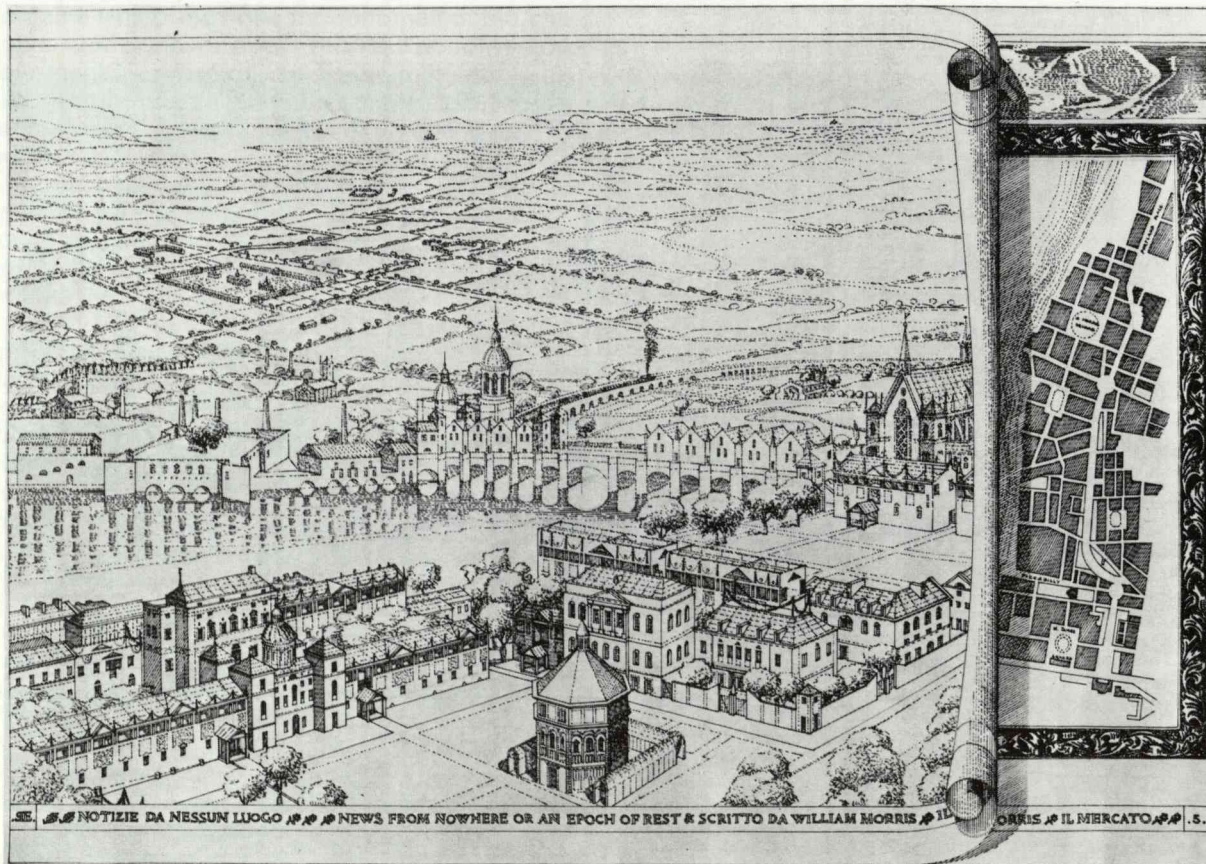
del controllo, quelle che rendono oggi meno improbabile la sopravvivenza della civiltà.

(Paolo Portoghesi)

Parigi futura in uno studio di
E. Hénard

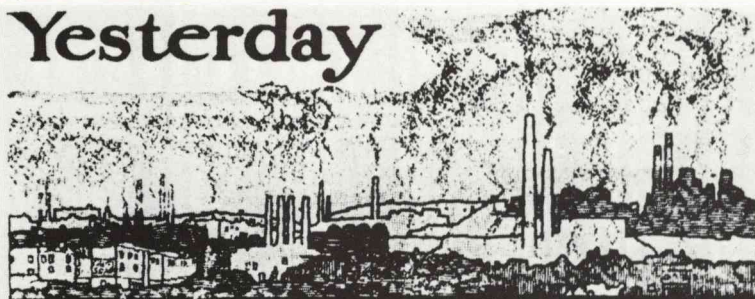


Un'interpretazione visiva
dell'utopia di W. Morris, di
L. Erolì



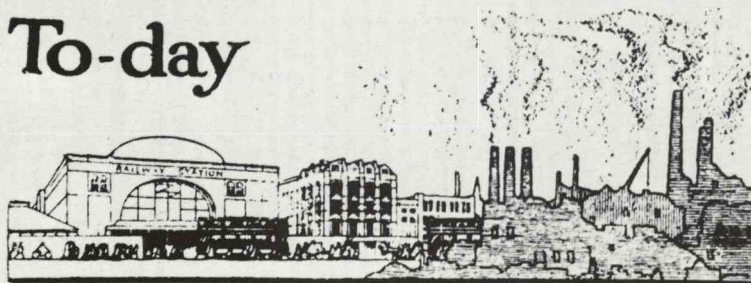
Un manifesto per la città
giardino di Welwyn, basata sui
principi di E. Howard

Yesterday



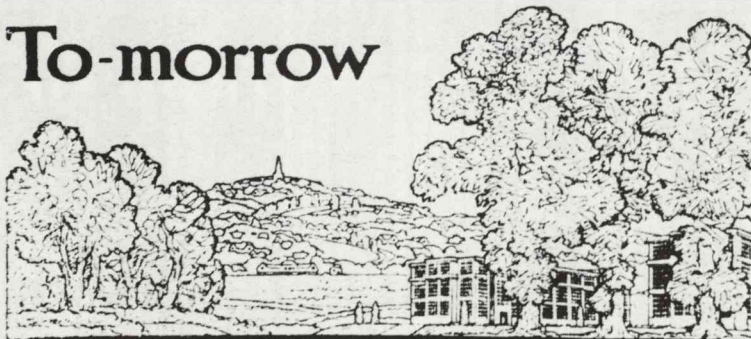
Living and Working in the Smoke

To-day



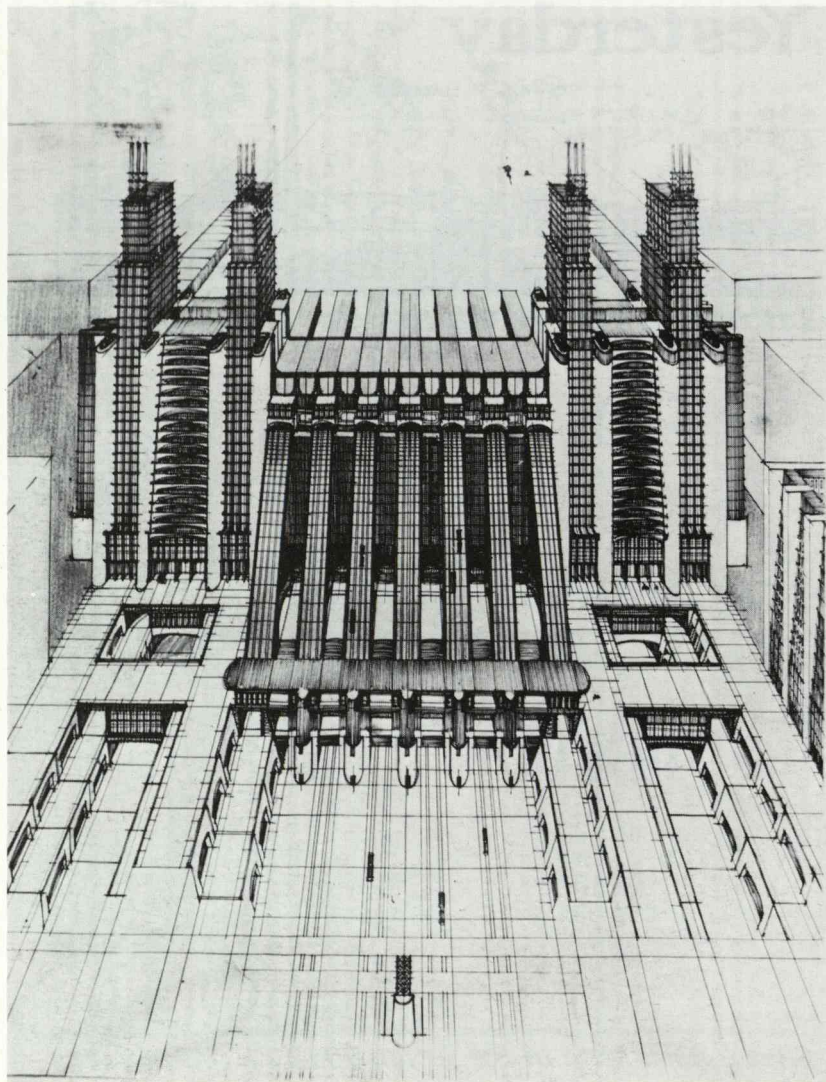
Living in the Suburbs - Working in the Smoke

To-morrow

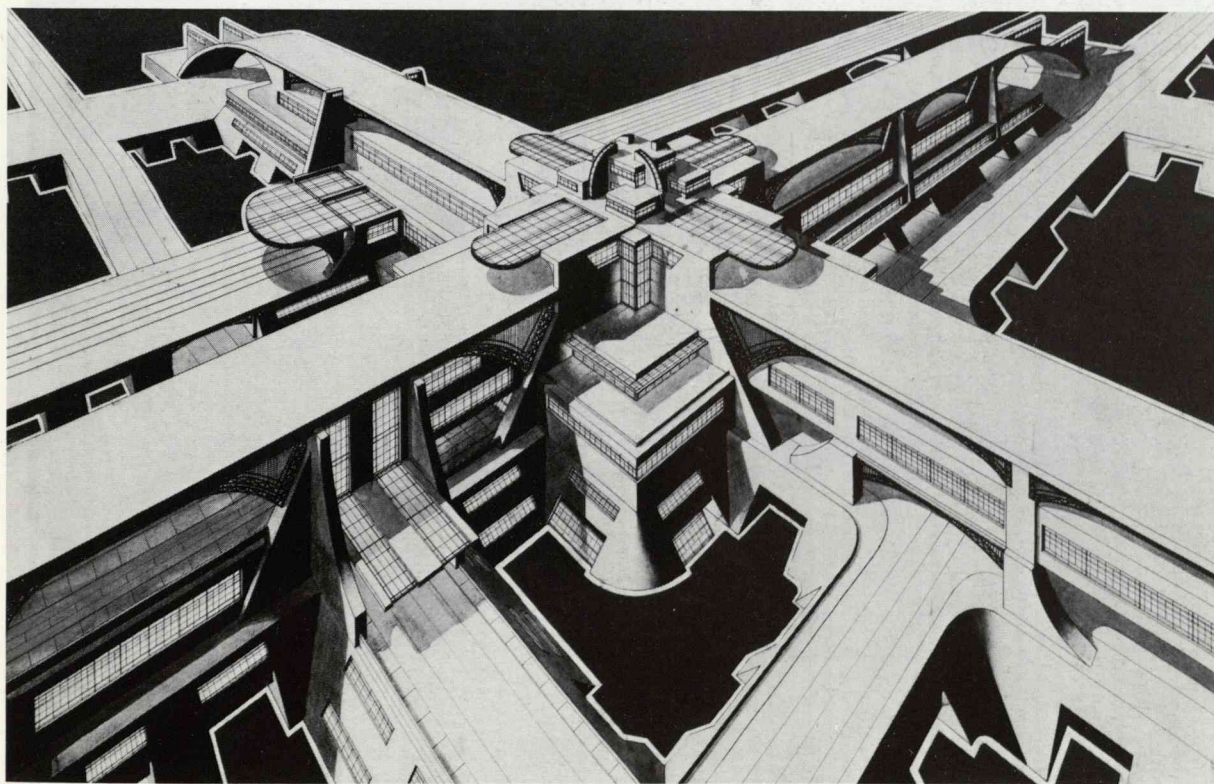


Living & Working in the Sun at WELWYN GARDEN CITY

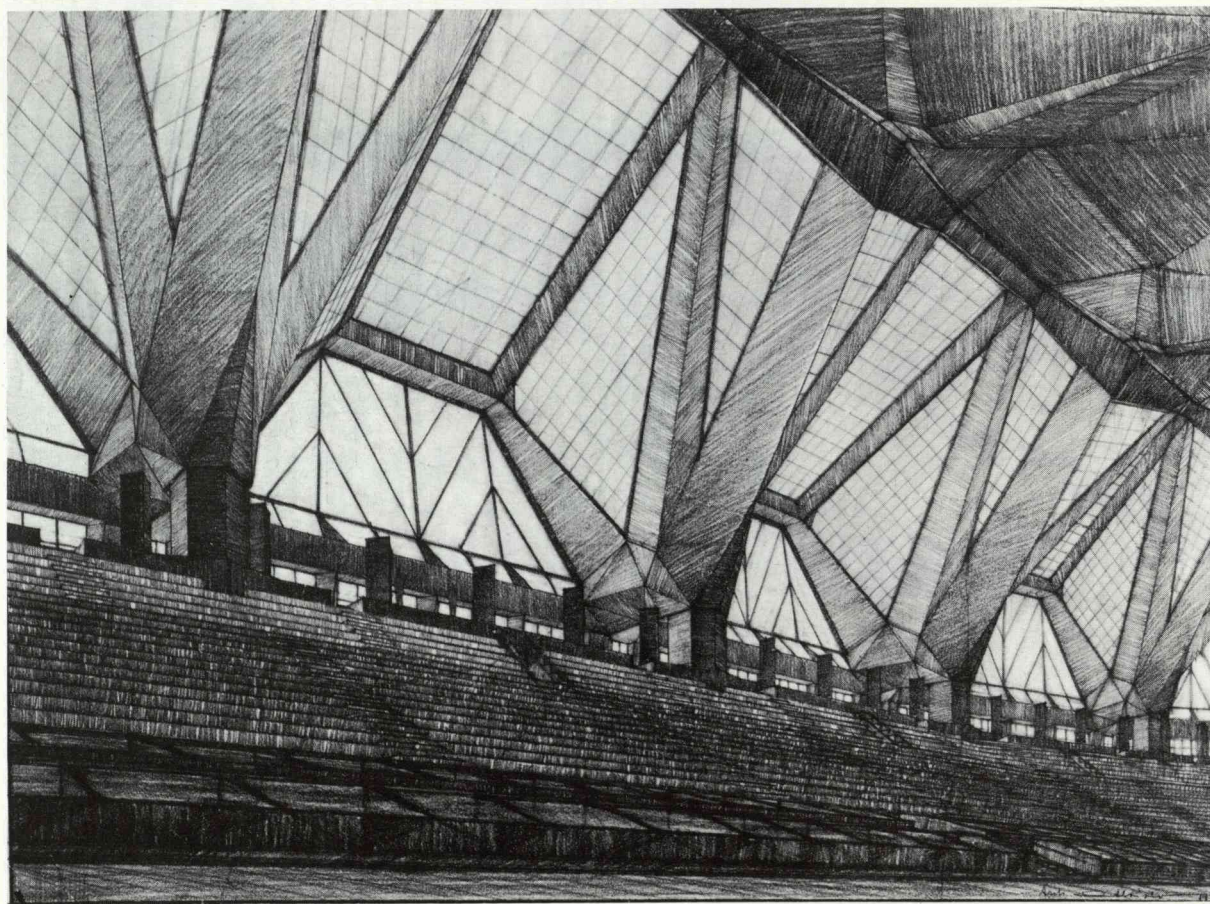
*Studio per stazione ferroviaria
di A. Sant'Elia*



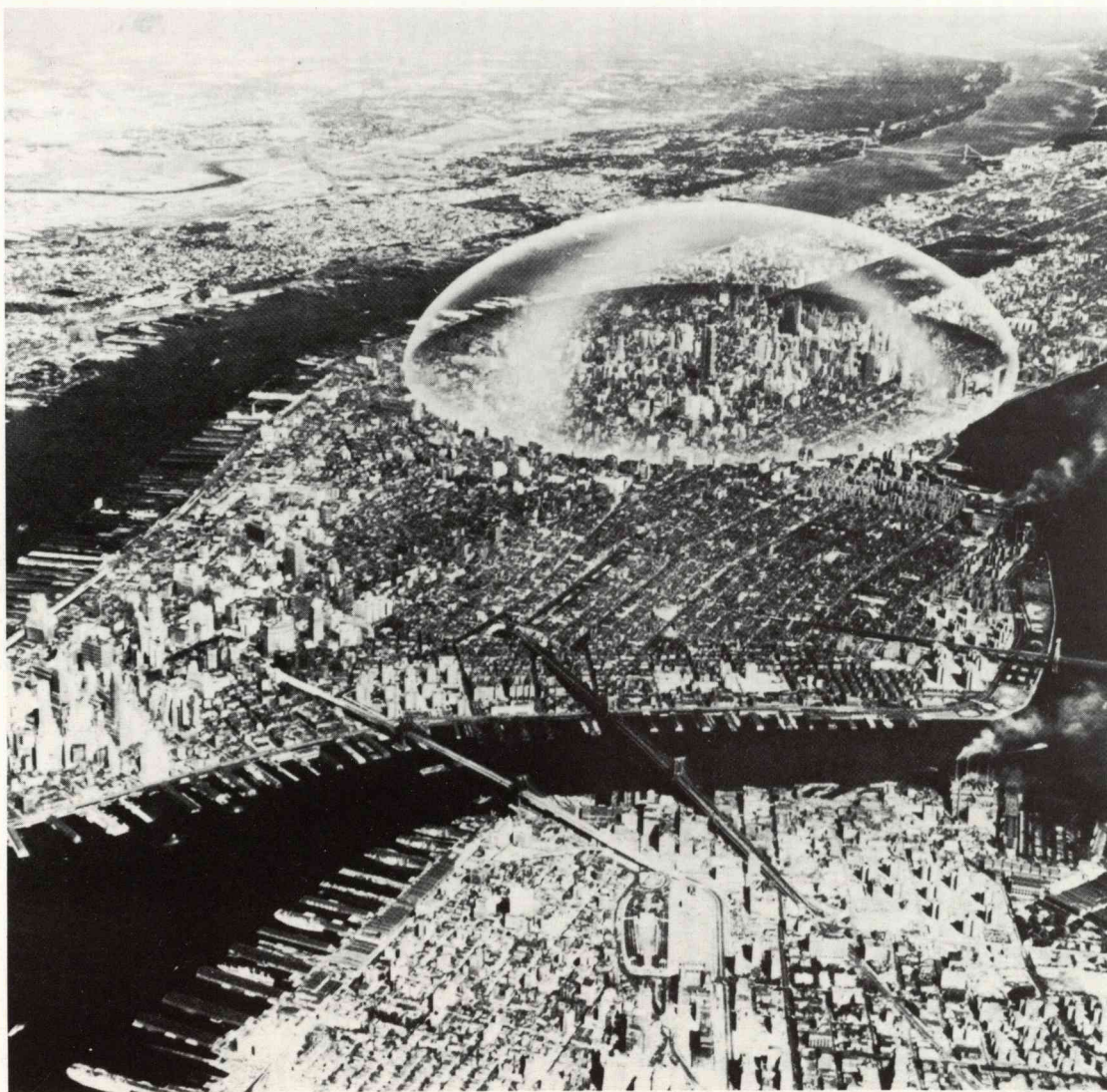
Aeroporto e stazione
ferroviaria in un disegno di
T. Crali (1931)



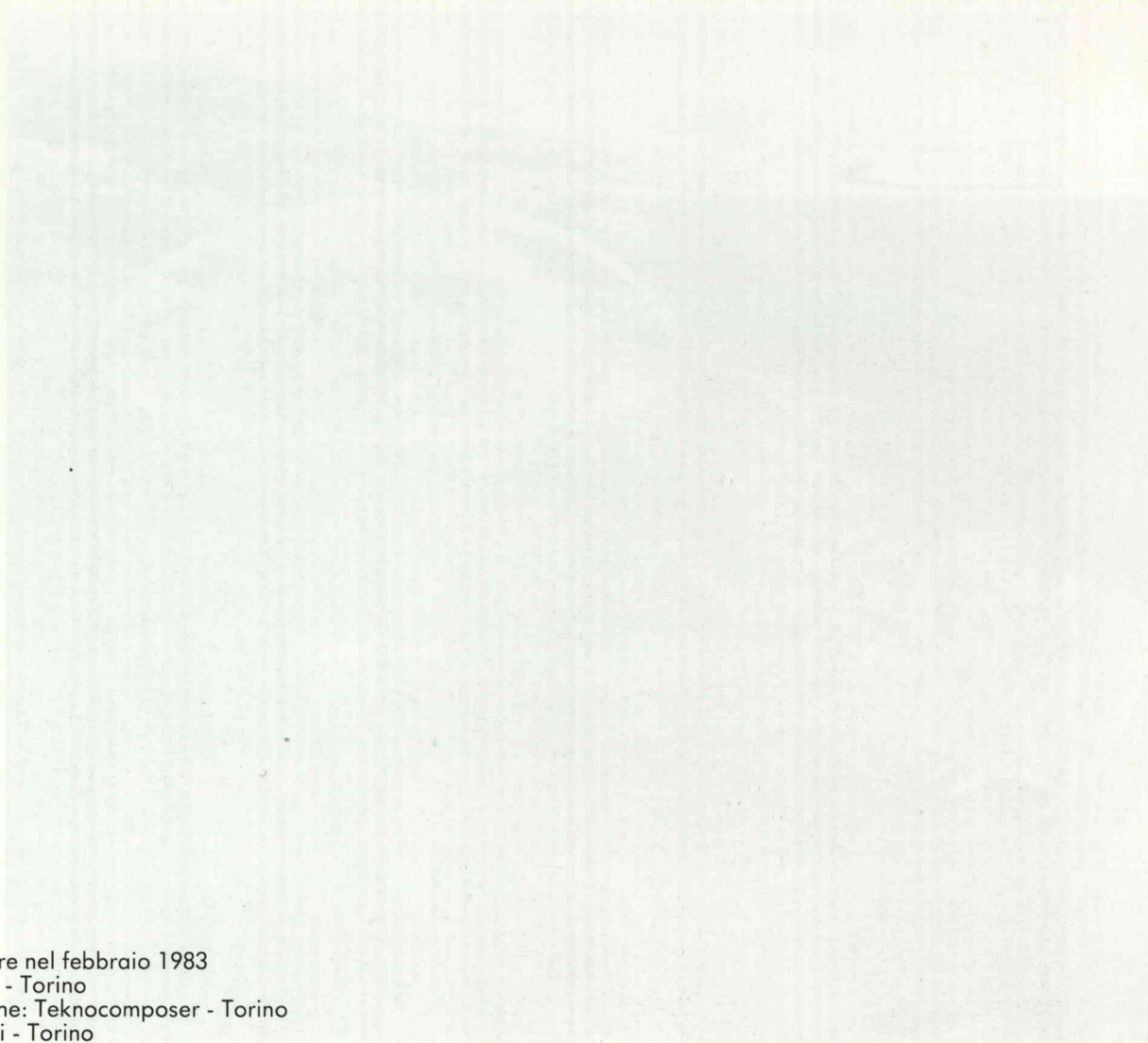
*Studio per le terme littorie di
O. Aloisio (1926)*



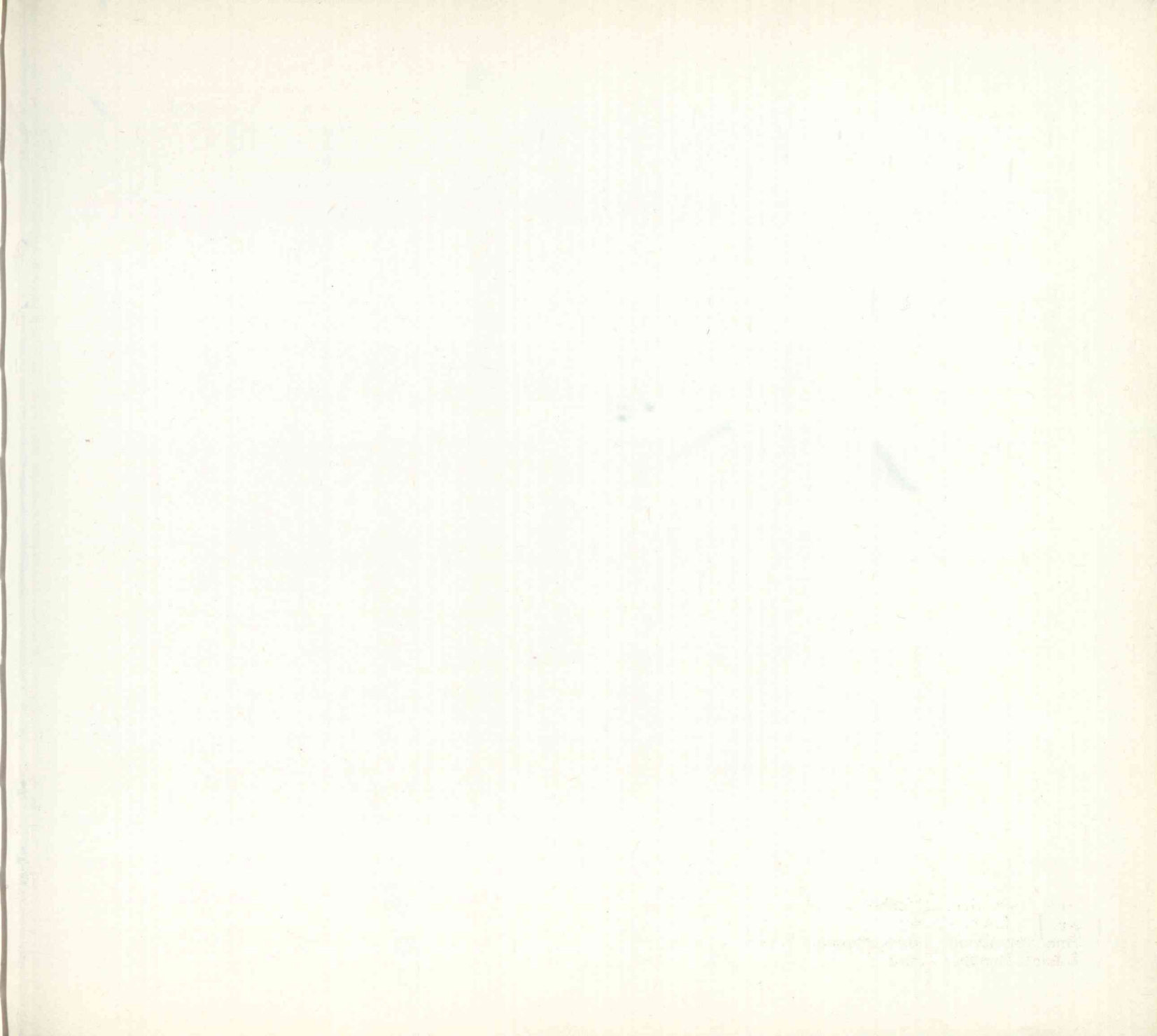
*Una cupola geodetica
climatizzata per New York
nella visione di B. Fuller*



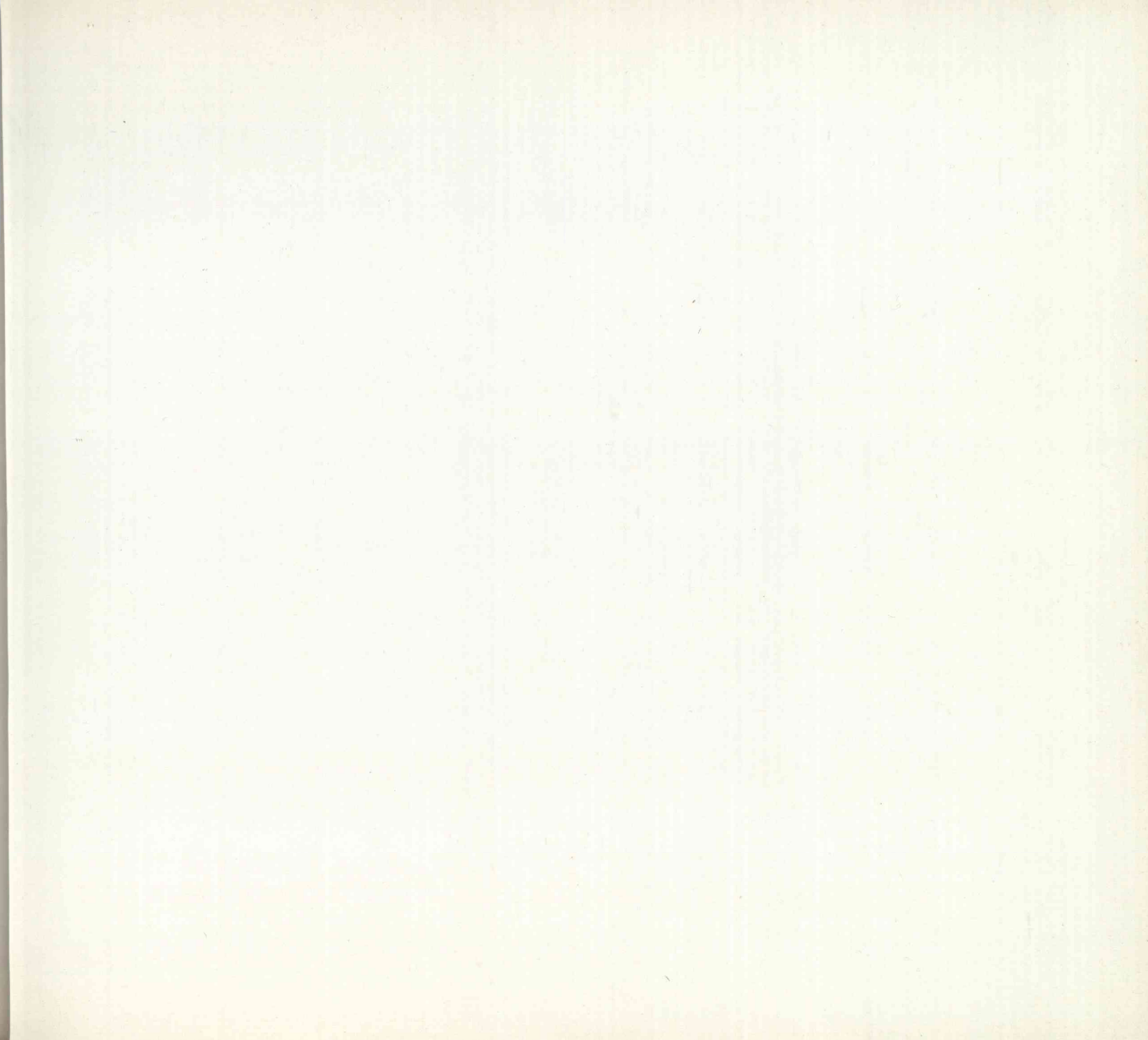
colore: bianco
carta: 100% riciclata
formato: A4



Finito di stampare nel febbraio 1983
presso la S.A.N. - Torino
Fotocomposizione: Teknocomposer - Torino
Fotolito: Emmegi - Torino



THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY
540 EAST 57TH STREET
CHICAGO, ILL. 60637



Fo
Giov